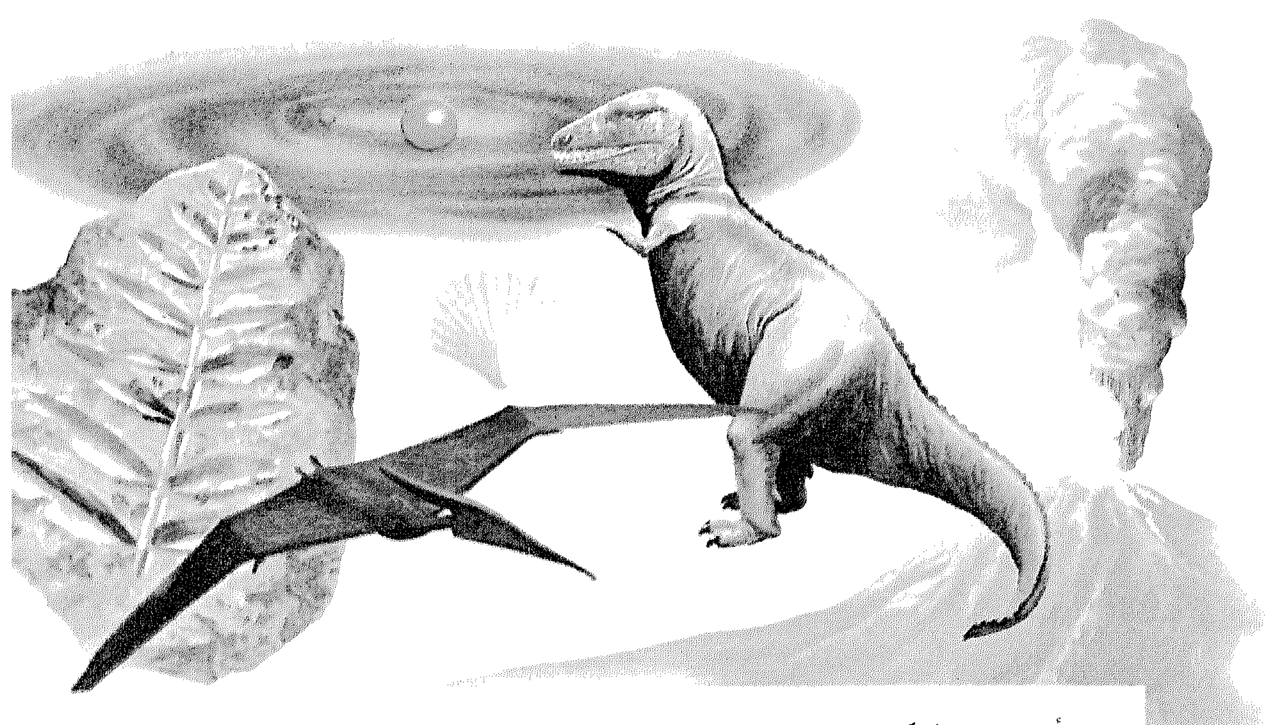
سلسلة كيف ولماذا

أرضُنَا

تعريب الدكتور : محمد محمود الصياد



تأليف : فيلكس ستون

رسوم : جون هل

إخراج : دونالد د . وولف

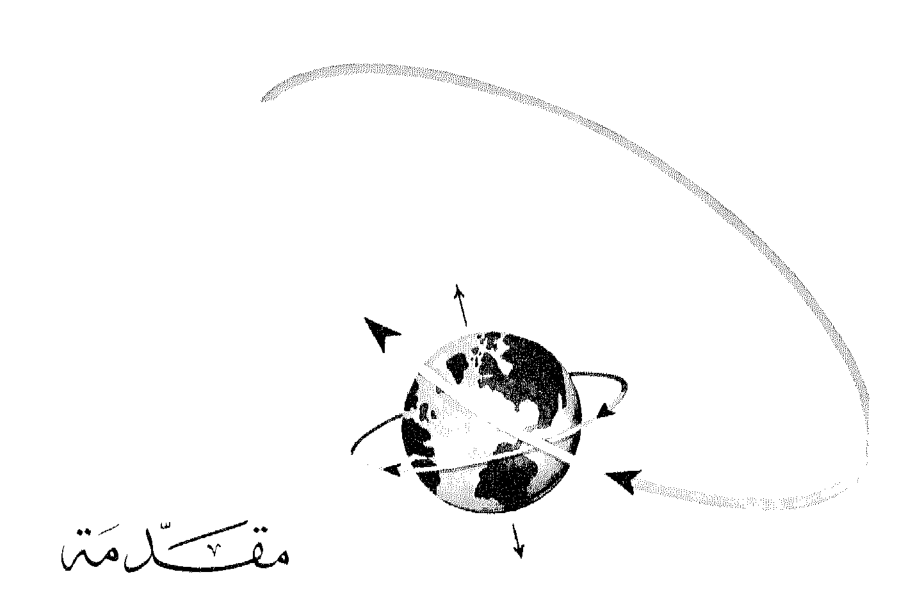
يشرف على تحريرها : دكتور بول بلاكوود

دار الشروق

القاهرة : ٨ شارع سيبوية المصرى ـ رابعة العدوية ـ مدينة نصر

ص. ب : ٣٣ البانوراما ـ تليفون ٤٠٢٣٣٩٩ ـ فاكس : ٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)

بيروت : ص. ب. ٨٠٦٤ هاتف : ٣١٥٨٥٩ ـ ٨١٧٢١٣ ـ فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)



مقدمة

لا تزال الأرض ، حتى كتابة هذه السطور ، وهي وطن كل من نعرف من البشر ومع أنه من الطريف أن نتخيل الحياة على الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية وغيرها من مجموعات النجوم ، فسيظل معظمنا يواصل حياته على الأرض ، ومن ثم كان حرياً بنا أن نلم بأكثر ما يستطاع عن الكوكب الذي نعيش على أديمه .

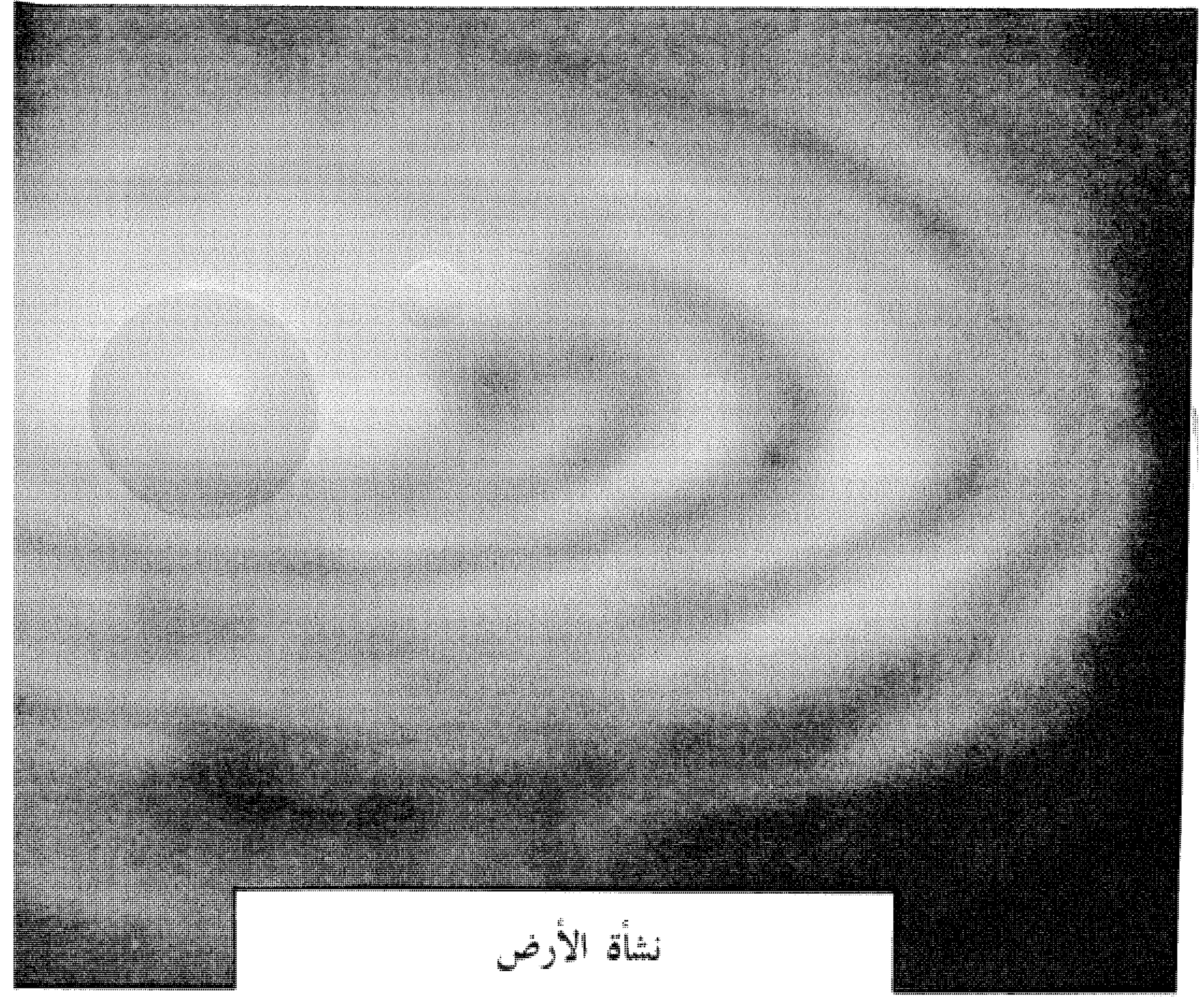
وهذه السلسلة « سلسلة كيف ولماذا » مرشد جيد لزيادة علمنا بالأرض فهي تتناول موضوعات شتى ، ونعطي الإجابة عن كثير من الأسئلة . كيف نشأت الأرض ؟ وماذا بداخلها ؟ ولماذا تحدث البراكين ؟ وماذا نتعلم من الأحافير ؟ وكيف تكونت الجبال والبحار ؟ وهذا الكتاب هو بالفعل كتاب في الجيولوجيا أي علم دراسة الأرض ، ولكنها جيوجيا قد بسطت كثيراً .

ومن الجوانب الخلابة في دراسة الأرض ، أن يكون في استطاعتنا الآن أن نستعيد نفس التطور الذي مرت به الأرض خلال ملايين وملايين من السنين . وإن قراءة هذا الكتاب لتعطي القارىء شعوراً بمعايشته تاريخ الأرض ، والتعرف عليها في نفس الوقت .

وسيفيد من قراءة الكتاب الآباء والمعلمون والأطفال على السواء ، فهو بالتأكيد اضافة اساسية لمكتبة كيف ولماذا النامية باضطراد ، مكتبة العالم الصغير .

بول أ. بلاكوود

محتويات الكتاب



نشأة الأرض

كيف نشأت الأرض ؟

يعتقد العلماء أن الأرض ، والشمس وسائر كواكب المجموعة الشمسية لم تكن منذ مائة بليون سنة سوى سحابة من ذرات الغبار البارد تدور على شكل دوامات في فضاء خاو .

وبالتدريج انجذبت هذه الجسيمات الدقيقة بعضها إلى بعض ، وتألفت لتكون قرصاً ضخماً يدور بسرعة ، وتقطّع القرص في دوراته إلى حلقات ، وأدت الحركة القوية إلى أن تصبح الجسيمات ملتهبة .

وأصبح وسط القرص هو الشمس ، وتحولت الجسيمات في الحلقات الخارجية إلى كرات ضخمة متعددة من الغاز والسائل المتوهج ، ثم بدأت تبرد وتتكثف لتأخذ الشكل الصلب ، وأصبحت آخر الأمر منذ نحو أربعة أو خمسة بلايين من السنين وهي الأرض ، والزهرة ، والمريخ وغيرها من الكواكب السيارة .

ما شكل الأرض من الداخل ؟

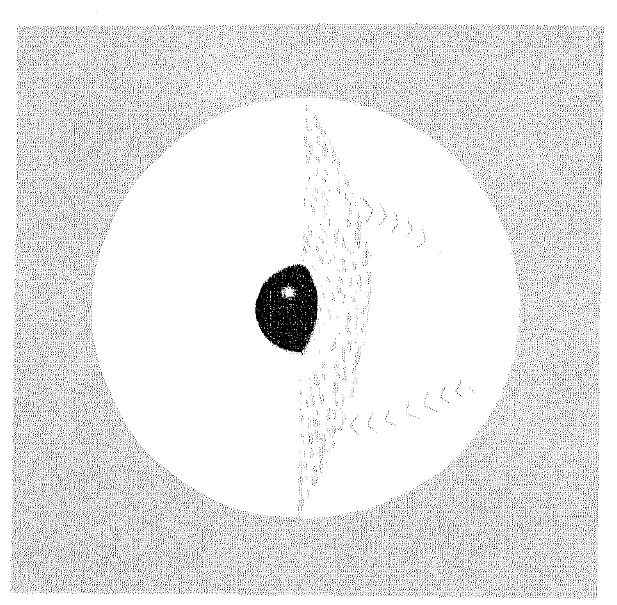
تشبه الأرض في بنائها كرة « البيس بول » ولو انك شطرت كرة البيس بول شطرين فستجد أنها تتكون من نواة من المطاط المصمت تغلفها طبقات عديدة من الخيط المتين ، ومع أن هذا

الغلاف الخيطي صلب فهو أقل صلابة من كرة المطاط إذ أنه يخضع للضغط ويتغير شكله أحياناً، أما الغطاء الخارجي للكرة فطبقة رقيقة من جلد الخيل تغلّف سائر الكرة .

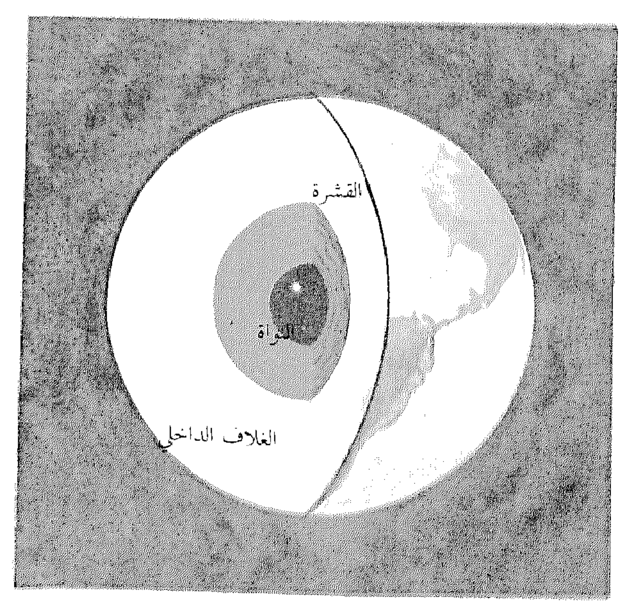
ويعرف الغلاف الصخري المحيط بالأرض باسم **القشرة** ويتراوح سمكه بين عشرة أميال وثلاثين ميلاً ، ومن ثم فهو بالنسبة للأرض أرق من الغلاف الجلدي بالنسبة لكرة البيس بول .

وتحت هذه القشرة طبقة سميكة من نوع آخر من الصخر تعرف **بالغلاف الداخلي** وصخور هذا الغلاف صلبة ، ولكن صلابتها بنفس الشكل الذي عليه الغلاف الخيطي المحيط بقلب كرة البيس بول ، فهي تحت الضغط تتحرك حركة خفيفة وتغير من شكلها ، ويمتد هذا الغلاف الداخلي إلى عمق ١٨٠٠ ميل .

وفي داخل هذا الغلاف توجد **نواة الأرض** وعلى عكس قلب كرة البيس بول يتكون قلب الأرض من جزأين : نواة **خارجية** وأخرى **داخلية** . وكل النواتين يتكون من معدن معظمه



توضح الصورتان تركيب الكرة الأرضية :
يسمى الغطاء الخارجي **القشرة** وتحتها طبقة سميكة تعرف بالغلاف الداخلي وفي داخل هذا الغلاف توجد **النواة** .



من الحديد وقليل منه من النيكل ـ ولكن النواة الخارجية منصهرة والداخلية صلبة وتبلغ درجة الحرارة في مركز النواة نحو ٨٠٠٠ درجة ، وهي درجة لا تقل كثيراً عن درجة الحرارة على سطح الشمس .

وتبلغ المسافة بين سطح الأرض ومركزها نحو ٣٩٦٠ ميلاً في المتوسط .

لم يسبر جهاز علمي الكرة الأرضية إلى أبعد من ميلين أو ثلاثة أميال ،

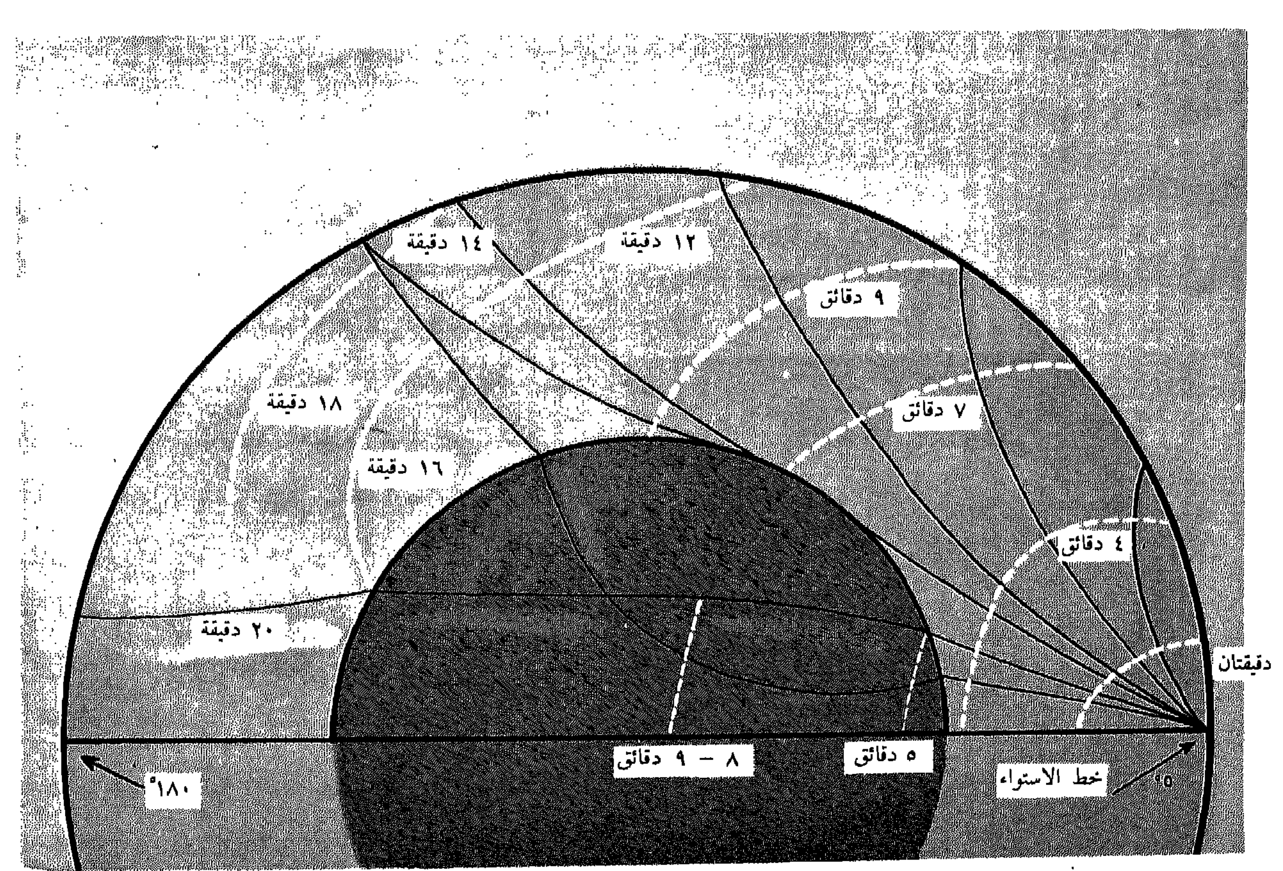
كيف يمكن التعرف على حقيقة باطن الأرض ؟

فكيف تيسّر لنا إذن أن نقف على حقيقة باطن الأرض ؟ الجواب هو **الزلازل** .

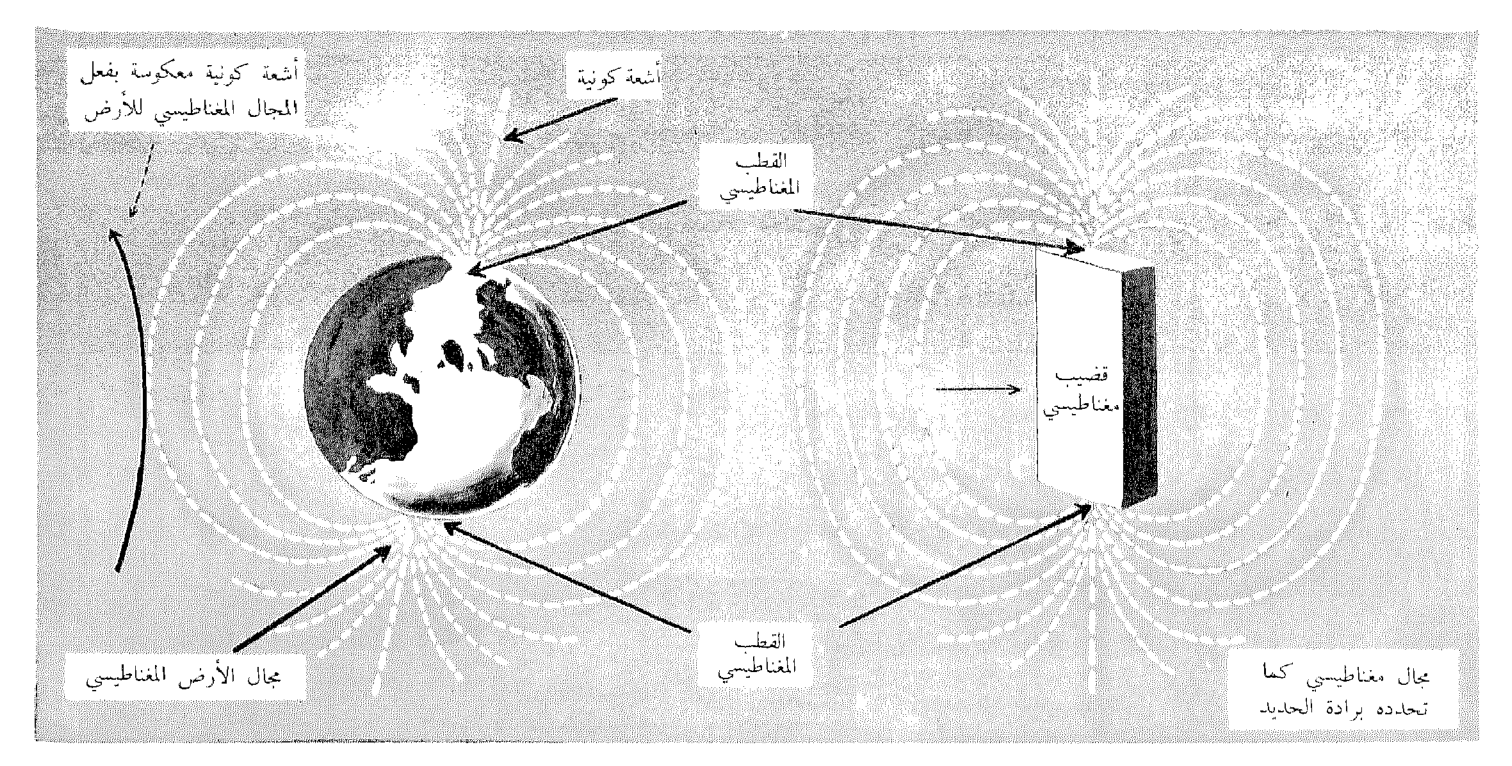
ففي كل سنة تحدث آلاف من الهزات الأرضية في كثير من جهات العالم . ومعظم هذه الهزات أضعف من أن تحدث أضراراً ، ولكنها جميعاً تحدث موجات اهتزازية تخترق الكرة الأرضية بل وقد تصل إلى أعمق أجزائها .

والموجات الزلزالية على نوعين أساسين : موجات أولية ، وموجات ثانوية ، وتتحرك الأولى بأسرع مما تتحرك الأخرى . وتخترق الموجات الأولية السوائل أما الموجات الثانوية فلا تستطيع . وتختلف سرعة النوعين تبعاً للعمق الذي تبلغه في كرة الأرض ، ولكل منهما سلوكه المختلف عند مروره عبر الأنواع المختلفة من الصخور .

وعندما ترتدّ هذه الموجات إلى السطح تسجل بجهاز حساس يعرف باسم **السيزموجراف** . ومن



يستطيع العلماء معرفة حقيقة باطن الأرض بدراسة سرعة وسلوك موجات الهزات الأرضية .



يبين الشكلان في هذا الرسم المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي (على اليمين) وللكرة الأرضية (على اليسار) . ونلاحظ من اسهم الرسم أن القطبين المغناطيسيين الشمالي والجنوبي لا ينطبقان على القطبين الجغرافيين .

دراسة سرعة الموجات الأولية والثانوية وسلوكها – لمعرفة المسافة التي ابتعدت بها عن مركز نشأتها ، والعمق الذي بلغته وارتدت منه ، والوقت الذي استغرقته رحلتها هذه – تمكّن العلماء من الوقوف على حقيقة باطن الأرض .

لماذا تتجه البوصلة إلى الشمال ؟

منذ أكثر من ألف سنة عرف أن الأرض مغناطيس هائل ولكن الناس لم يدركوا حقيقة هذا الاكتشاف الذي وقفوا عليه وقتئذٍ . لقد عرفوا أنهم لو مسّدوا إبرة بحجر المغناطيس فانها تتجه دائماً إلى الشمال ، وتخيلوا أن النجم الشمالي هو الذي يجذبها ، ولكننا نعرف الآن أن الابرة إنما يجذبها القطب المغناطيسي الشمالي .

ونحن نعرف اليوم أن القطب المغناطيسي يبعد بنحو ألف ميل عن القطب الحقيقي أو القطب الجغرافي والقطبان دائماً تفصل بينهما نفس المسافة تقريباً.

ما الذي يسبب المجال المغناطيسي ؟

لا يزال العلماء يجهلون الشيء الكثير عن مغناطيسية الأرض ، ولكن النظرية التي يكادون يجمعون عليها هي أن المجال المغناطيسي تحدثه تيارات كهربائية تتعمق في النواة المنصهرة للكرة الأرضية ، وتنشأ هذه التيارات عندما تتجمع المعادن المتباينة في درجة حرارتها، والمختلفة في خصائصها الكهربائية ، ومعنى هذا أن باطن الأرض هو مولّد طبيعي ضخم يحول دون توقف الطاقة الميكانيكية (دوران الأرض وحركة النواة المنصهرة أو الصهير) إلى طاقة كهربائية . ونحن نعرف بالطبع أن كل المجالات المغناطيسية إنما هي تيارات كهربائية ، وأن كل التيارات الكهربائية تحيط بها مجالات مغناطيسية .

خذ ابرة خياطة عادية ومرر عليها
في نفس الاتجا

كيف تصنع بوصلتك بنفسك ؟

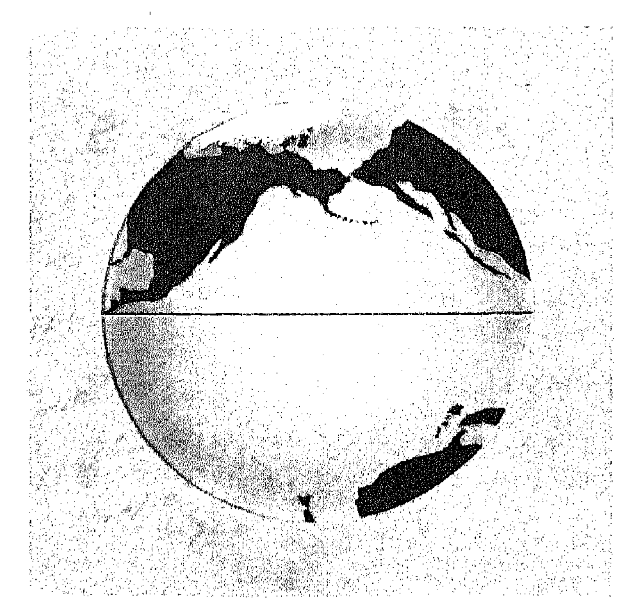
صغير عادي
شراؤه من أ
صغير . ثم اقط
صغيرة من سدادة مطاطية ـ لزجاج
واتركها تعوم فوق ماء مملوء في إناء زج
ضع الابرة فوق قطعة المطاط ..
اهتزت لفترة ثم سكنت في وضع يشير
طرفيها إلى الشمال والطرف الثاني إلى
أصبح في مقدور الجيولوجيين الآن أ

هل غير القطب الشمالي والقطب الجنوبي موقعهما ؟!

حقيقة تبدو
لكثير من ا
وهي أن القطبين
والجنوبي خلا
القرون قد تجوّلا فعلا حول الأرض !
نصف بليون سنة كان القطب المغناطيسي
قريباً من خط الاستواء في المحيط الهادي
ومنذ نحو مائة وسبعين مليون سنة ، أي
عصر الديناصورات كان يقع في سيبيريا
في وقت ما أن كان موقعه في كوريا ، و
المحيط الأطلسي الشمالي ، بل وربما في

بل وأكثر من هذا غرابة أن القطبين
والجنوبي قد تبادلا موقعيهما ، ويقدرون
التبادل قد حدث ١٧١ مرة خلال الثما
سنة الأخيرة ، وإن لم يكن أحد يعر
حدث هذا الأمر .





اكتشف العلماء من دراسة حفريات الحيوانات والنباتا
مغناطيسية الصخور أن القطبين الشمالي والجنوبي لا ينطبقا
الجغرافيين الشمالي والجنوبي .

ونحن نعرف هذا من اللابة المحتوية على حبات من المغناطيس المعدني (أو حجر المغناطيس) التي سالت ذات يوم من براكين عصور ما قبل التاريخ .

وعندما يكون الصخر ملتهباً فإن هذه الحبات لا تكون ممغنطة إذ أن الحرارة العالية تسلب المواد المغناطيسية مغناطيسيتها ، ولكن عندما تبرد اللابة ، تصل الحبات المغناطيسية إلى درجة حرارة معينة (تعرف باسم نقطة كوري) تسترد فيها مغناطيسيتها ، واثناء تحول اللابة إلى صخر صلب يصفّ المجال المغناطيسي للأرض الحبات في تيار ينساب من الشمال إلى الجنوب ، ولكن عندما يتم تصلب اللابة تتوقف حركة الحبات في هذا التيار .

ومن ثم فعندما يفحص العلماء الصخر الذي كونته اللابة ، يجدون الآلاف من « إبر البوصلة » (حبات المغناطيسَ) تشير إلى حيث كان القطبان الشمالي والجنوبي في الوقت الذي تكون فيه الصخر .

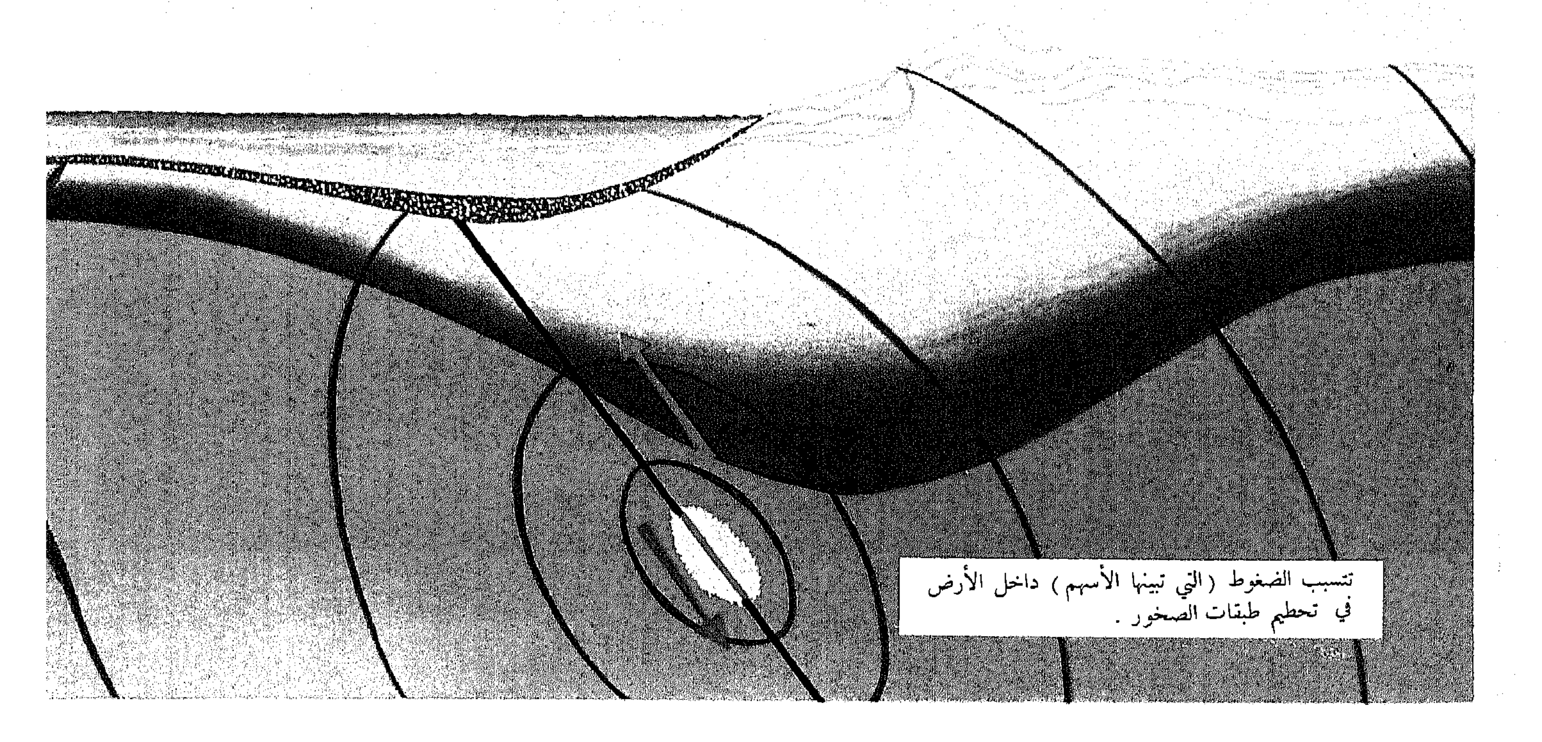
اضطرابات في الكرة الأرضية

سطح الأرض ثابت مستقر في معظم الأوقات ،

ما الذي يسبب الزلازل ؟

ولكن الأرض أحياناً تهتز وترتجف ، وتنفصل كتل من الصخر عن سفوح الجبال فتحدث شقوقاً في سطح الأرض ، وتهدم المباني في القرى والمدن .

ونحن نعرف أن القشرة الخارجية الرقيقة للأرض إنما تتكون من طبقات غير منتظمة من



تتسبب الضغوط (التي تبينها الأسهم) داخل الأرض في تحطيم طبقات الصخور .

شتى أنواع الصخور ، وهذه الصخور معرضة لضغوط مستمرة ، لا من طبقات الصخور التي تقع فوقها فحسب ، بل ومن قوى في باطن الأرض ذاتها ، وتلوي الضغوط الصخر فتجعله يغيّر من شكله .

فإذا كانت هذه الضغوط شديدة للغاية ، فإن طبقات الصخر تتكسر فجأة بنفس الشكل الذي تتكسر به عصا تثنيها أكثر من اللازم .

وعندما يحدث هذا ينشق الصخر ، ويتقصف كما تتقصف العصا ، ويهز هذا التصدع المفاجىء قشرة الأرض ويجعلها ترتجف . وهذه الرجفة هي **الزلزال** .

كيف تكونت الجبال ؟

لو اننا استطعنا أن نشرِّح سلسلة جبلية كالروكي أو الأند أو الألب لوجدنا أن طبقات الصخور قد تهشمت ، والتوت ، وتغضنت ، وسنجد كذلك أن كثيراً من الطبقات الصخرية



التي ترتفع الآن لآلاف الأقدام فوق سطح البحر قد تكونت ذات يوم في قاع المحيط ، وتدلنا على ذلك البقايا المتحجرة للحيوانات البحرية التي نعثر عليها في أعالي القمم الجبلية .

ومن هذه الحقائق نستخلص أن الجبال تشكلت من صخور قيعان البحار القديمة ، وأن القوى الهائلة من باطن الأرض قد هشمت الصخور وطوتها ، وأنها رفعتها إلى حيث هي الآن .

وعندما ترتفع السلاسل الجبلية في تؤدة من البحر بهذه الطريقة ، تبدأ في الحال قوى أخرى تعمل فيها . فالمجاري المائية المندفعة ، والأنهار الجليدية البطيئة الحركة تشرع في تمزيق الجبال ، (وتعرف هذه العمليات التي تقوم بها العوامل الخارجية باسم **التعرية**) وتنقل الانزلاقات الأرضية المواد من الأماكن المرتفعة إلى الجهات المنخفضة ، وبمجرد أن ترتفع الجبال فوق منسوب سطح البحر تبدأ التعرية في هدمها .

ويعتقد الجيولوجيون أن سطح الأرض في تغير



منظر جوي لسلاسل بركانية وجبلية .

دائم بهذه الطريقة ، وأن القشرة الأرضية في حركة دائبة كموج البحر ، ولكن بدلاً من أن ترتفع وتتلاشى في ثــوانٍ كالأمواج في البحر ، فإن حركة « موج » القشرة الأرضية تحسب بمئات الملايين من السنين .

ما الذي يسبب البراكين ؟

إن طبقات الصخر الصلب التي تكون قشرة الأرض أكثر سمكاً في بعض المــواضع منهــا في الأخـرى ، وتحتها مباشرة ترتفع درجـة حرارة باطن الأرض إلى حد تنصهر معه الصخور ، وهذه الصخور المنصهرة تعرف باسم **المجما** أو **الصهير**.

وفي مـواضع خاصة تحت القشرة يتجمع الصهير في خزانات ، وهو عندما يندفع من باطن الأرض يدفع الغازات إلى أعلاه ، وكلما تزايد انضغاط الغازات أحدثت ضغطاً هائلاً على الجانب السفلي من قشرة الأرض ، فإذا حدث هذا في موضع ضعيف من القشرة ، أو في جهة أحدث فيها زلزال سابق شقاً في الصخر ، اندفعت الغازات والصهير من الشق وتفجرت على السطح في شكل لابه .

وعندما تتدفق اللابة من شقوق القشرة تبرد وتصلب ، ومع الوقت تكوّن مخروطاً حول الفتحة التي تدفقت منها ، ويتزايد ارتفاع المخروط بالتدريج حتى يصبح في النهاية جبلاً بركانياً .

ويحدث أحياناً أن يستمر البركان في الثوران ، ويكوّن سحابة كثيفة من الدخان والغبار ، وانهاراً من اللابة يستمر جريانها لعدة سنين في كل مرة ، ثم يخمد البركان عندما يكون جزء كبير من الغازات الحبيسة قد انطلق فخفض الضغط المنبعث



من الباطن ، وعندئذ تبرد اللابة في داخل المخروط وتسد الشق الذي حدث في القشرة . وكثيراً ما يحدث بعد سنوات أن يستفحل الضغط مرة أخرى فيقذف بسدادة اللابة ويثور البركان مرة أخرى .

يمكن أن نعرّف الحمة بأنها من بنات عمومة البراكين ، فهي كالبراكين يرجع السبب في نشأتها إلى حرارة باطن الأرض ،

لماذا تنفث الحمة بخاراً ؟

ذلك أن الماء السطحي يغيض عميقاً في شقوق رأسية طويلة في الصخور التحتيّة تلعب دور « أنابيب المياه » وعندما يتعمق هذا الماء في الأرض يغلي بتأثير الحرارة الباطنية ، ثم لا يلبث أن يندفع عمود من الماء والبخار من الأنبوب مكوناً النافورة الجميلة التي تشتهر بها الحمات ، وبعد أن ينتهي فوران الحلمة تتكرر العملية من جديد .

ولا توجد الحمات إلا في مناطق ثلاث من العالم هي : إيسلند ، ونيوزيلند ، وحديقة يلوستون الوطنية في غربي الولايات المتحدة الأمريكية ، والمنطقة الأخيرة هي أوفر جهات العالم حمات ، وأكثرها إثارة للإعجاب ، وتفور أشهر حمات يلوستون وهي « أولد فيتفل » فورات منتظمة كل ساعة على وجه التقريب .

يمكنك أن تصنع حمة بنفسك بأن تضع أنبوباً في جفنة صغيرة ، واملأ الجفنة بالماء حتى لا يبقى ظاهراً من الأنبوب سوى فوهته ، ثم ضع ملعقة أو ما أشبه تحت طرف الأنبوب بحيث تسمح بمرور الماء من تحتها ؛ والآن ضع الجفنة على

كيف تصنع حمة بنفسك ؟



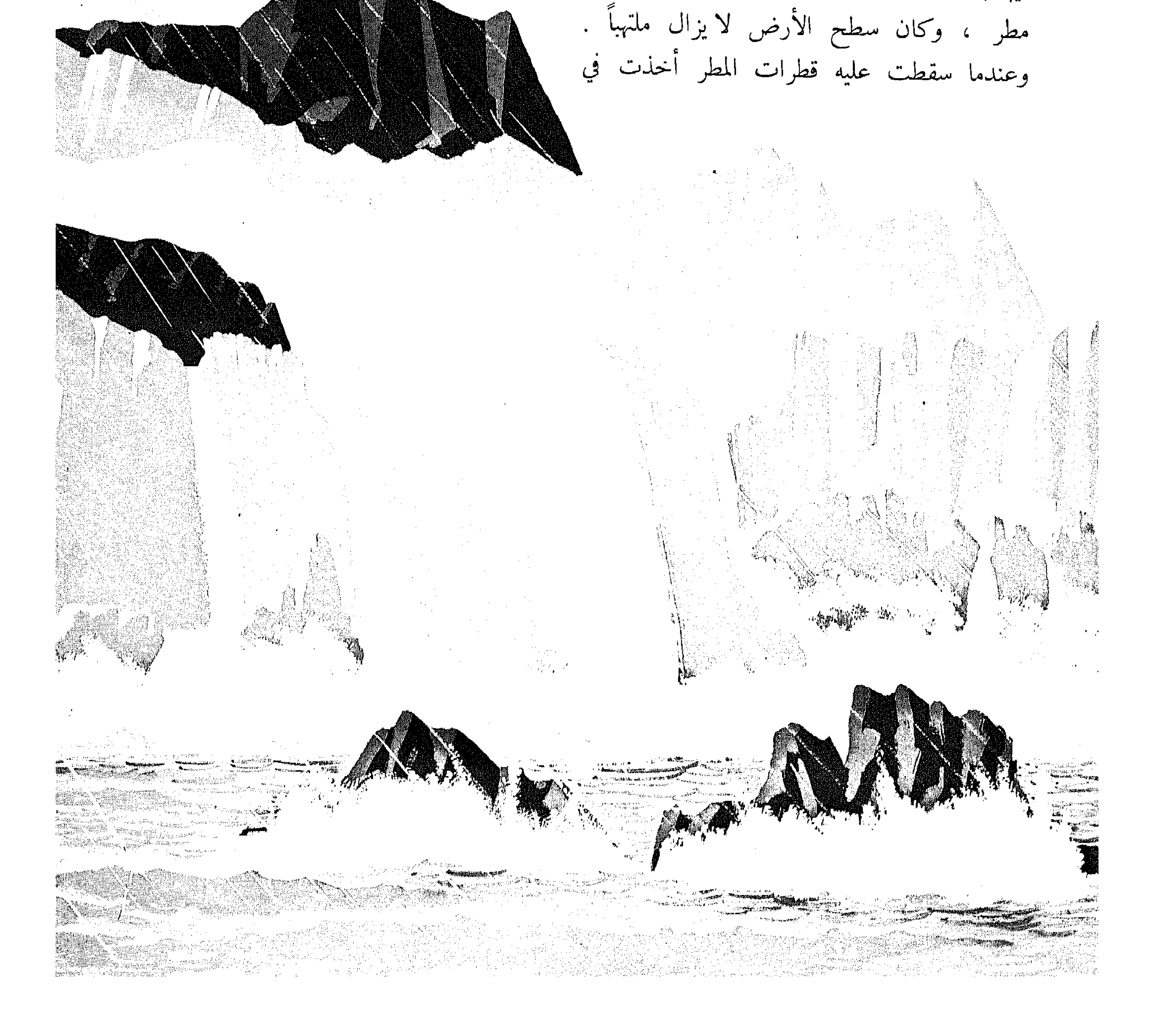
النار فعندما يغلي الماء في قاع الجفنة فإنه يندفع من فوهة الأنبوب بنفس الطريقة التي تفور بها الحممة عندما بدأت الصخور المنصهرة التي كونت سطح الأرض الشابة تبرد

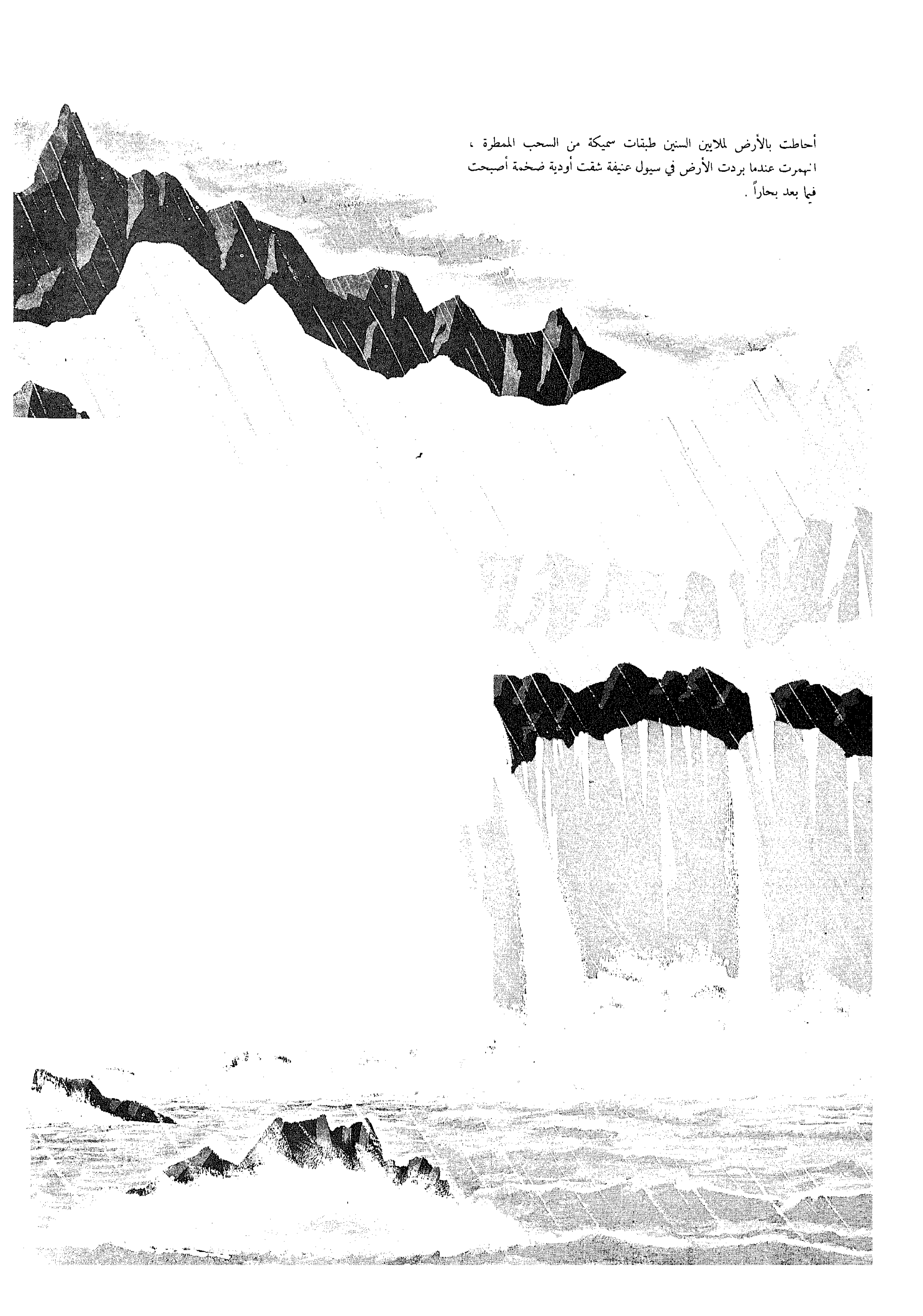
كيف تكونت البحار ؟

وتصلب بقبقت الغازات من جوف الكرة الذي يغلي ، وتبددت في الجو المحيط بكرة الأرض ، وفي هذا الجو تجمعت في شكل سحب كثيفة من بخار الماء ، وعندما بلغت هذه السحب حدّاً خاصاً من الثقل تكاثف فيها بخار الماء وبدأ يسقط على الأرض في صورة مطر ، وكان سطح الأرض لا يزال ملتهباً . وعندما سقطت عليه قطرات المطر أخذت في الغليان ثانية وتحولت مرة أخرى إلى بخار .

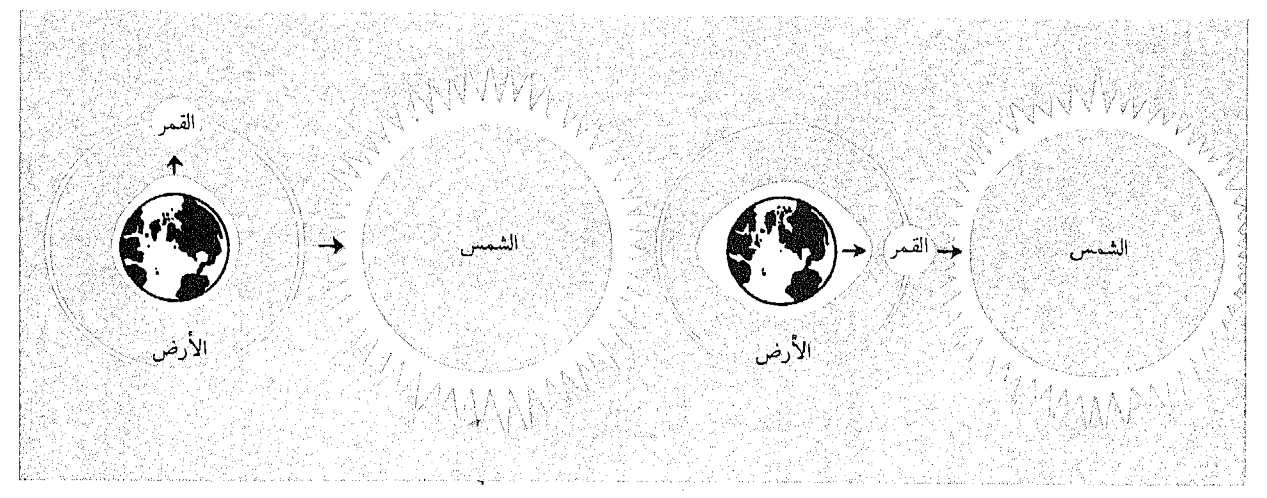
ويمكنك أن ترى كيف حدث هذا بتسخين طبق من الصاج على موقد ، وعندما يسخن الطبق اسكب عليه في تؤدة قطرات من الماء ، وسترى أنه بمجرد أن تمس قطرات الماء سطح الطبق الساخن فإنها تغلي في الحال وتتحول إلى بخار .

وهكذا وربما لملايين من السنين كانت الأرض محاطة بغلاف من السحب الممطرة التي يصل سمكها لعدة أميال ، واستمرت هذه السحب دون





أحاطت بالأرض لملايين السنين طبقات سميكة من السحب الممطرة ، انهمرت عندما بردت الأرض في سيول عنيفة شقت أودية ضخمة أصبحت فيما بعد بحاراً .



الحركة الربيعية : تكون فيها الشمس والأرض والقمر على خط مستقيم. الحركة المحاقية : يكوّن فيها القمر زاوية قائمة مع الشمس .

توقف تتكاثف وتسقط مطراً لا يلبث أن يعود إلى الجو مرة أخرى على شكل بخار .

ثم أخذت قشرة الأرض تبرد وتصلب في بطء ، حتى أصبحت الصخور السطحية في النهاية من البرودة بحيث لم تعد حرارتها كافية ليغلي عليها الماء ، وأخذت الأمطار التي تجمعت خلال تلك الملايين من السنين في غلاف سميك من السحب تنهمر سيولاً لا نهاية لها ولا آخر .

ولمئات بل وربما لآلاف من السنين كان وابل المطر لا ينقطع فخفض سلاسل الجبال ، وشق الأودية الضخمة في سطح الأرض ، وعندما تناقص الطوفان حتى توقف في آخر الأمر تغضنت قشرة الأرض وامتلأت الأجزاء المنخفضة بالماء ، وكانت هذه هي أقدم المحيطات.

لماذا كان ماء البحر مالحاً ؟

تحمل الأنهار التي تجري على سطح الأرض ملايين الأطنان من الغرين والرسابات إلى المحيطات كل سنة ، وتحتوي هذه المواد المفتتة على كل أنواع المعادن الموجودة في الأرض تقريباً ، ومنها كميات هائلة من الملح .

وتبخر حرارة الشمس جزءاً من مياه سطح البحر وتعود به إلى الجو كبخار وفي الجو يتكاثف البخار مكوناً سحباً ، ثم يسقط على الأرض مطراً أو ثلجاً .

وفي عملية التبخير هذه تتخلف المعادن في المحيطات ، وتمتص حيوانات الماء ونباتاته شيئاً من هذه المعادن كالحديد والكلسيوم ، ولكن الملح لا تستعمله الحيوانات أو النباتات ومن ثم يتراكم في البحر وتزداد كمياته باستمرار. إن كل من يقف عند ساحل البحر يشاهد الحركة اليومية للمد والجزر

كيف يحدث المد والجزر؟

ففي وقت معين من اليوم يرتفع ماء البحر بما يتراوح بين عشرة أقدام وعشرين قدماً في العادة ، ثم ينحسر تاركاً من ورائه شريطاً طويلاً من الشاطئ لا يعلوه الماء ، وسبب هذا هو جاذبية الشمس والقمر .

فعندما يكون القمر هلالاً أو بدراً تكون الشمس والأرض والقمر جميعاً على خط مستقيم ، ومن ثم يعمل القمر والشمس معاً في إحداث مد وجزر مرتفعين للغاية وهذا

ما يعرف « **بالحركة الربيعية** » .

ومن ناحية أخرى عندما يكون القمر في التربيعين الأول والثالث فإنه يكوّن زاوية قائمة مع الشمس ، وفي هذا الوضع يتعادل جذب الشمس مع جذب القمر فيلغي كل منهما أثر الآخر ومن ثم يحدث المد والجزر المنخفضين وهذا ما يعرف « **بالحركة المحاقية** » ..

بيد أن هناك أشياء أخرى محيّرة في المد والجزر لا يمكن تفسيرها بمجرد قوة الجاذبية .

فحول معظم سواحل المحيط الأطلسي يحدث المد والجزر مرتين في اليوم ولكن في أجزاء من المحيطين الهادي والهندي لا يحدث المد والجزر إلا مرة واحدة في اليوم ، وفي جزيرة نانتوكت القريبة من ساحل ماستشوستس لا يغير المد العالي من منسوب الماء إلا بقدم واحد في حين أنه في خليج فندي الذي لا يبعد سوى بضع مئات من الأميال إلى الشمال من جزيرة نانتوكت يصل التغير في منسوب الماء إلى أربعين قدماً .

هذه الاختلافات ناشئة عن عدم انتظام سطح قاع المحيط ، فسطح قاع المحيط ليس منبسطاً ولكنه يتكون من أحواض واسعة بعضها أكثر اتساعاً وأعظم عمقاً من الأخرى . وفي هذه الأحواض يتراجع ماء البحر ويتقدم كما يحدث في طبق أو في حوض الحمام عندما تحرك ماءه . ولكن حركة الماء في حوض الحمام (البانيو) أعنف كثيراً منها في الطبق ، وعلى نفس النسق تختلف حركة ماء المحيط التي يحدثها القمر والشمس ، فهي أعنف كثيراً في الجهات التي يكون قاع المحيط فيها عميقاً .

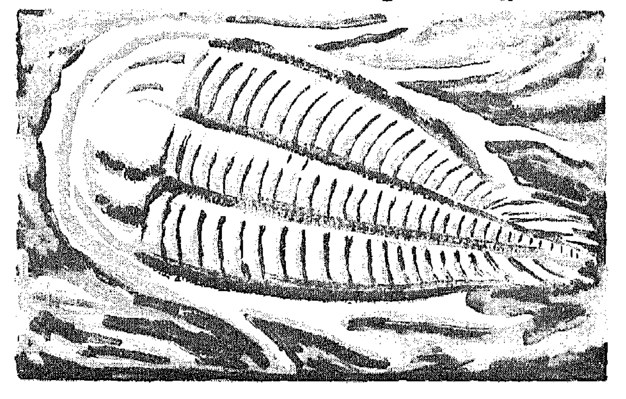
تذكارات الماضي

منذ نصف بليون سنة لم تكن على اليابس حياة ، بل اقتصرت الحياة على مياه البحار الدفيئة ، وحتى في البحر لم تكن هناك أنواع السمك التي نعرفها اليوم ، لم يكن في البحر سوى ديدان وقواقع واسفنج وأحياء بدائية تشبه السلطعون .

كيف تكونت الأحافير البحرية ؟

وعندما ماتت هذه المخلوقات غاصت في الحمأ الذي يغطي قاع المحيط ثم زادت التيارات في تغطيتها بالطين ، وبمرور آلاف السنين وملايينها أخذ قاع المحيط يجمد ببطء ليتحول إلى صخر ، وتحللت أجسام الأحياء واختفت ، ولكن

احدى الحفريات لطائفة من المفصليات المنقرضة .



إطارها الخارجي بقي مرسوماً بكل تفصيلاته في الصخور .

ثم أخذ ضغط باطن الأرض يلوي طبقات الصخور بالتدريج حتى

ماذا نتعلم من الأحافير ؟

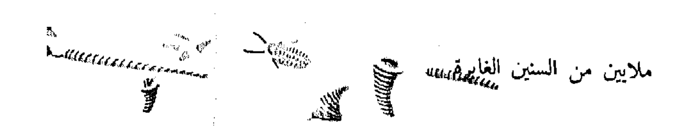
رفعها فوق سطح الماء ، وكان ارتفاعها بمعدل بوصة أو بوصتين كل بضعة آلاف من السنين حتى أصبحت في النهاية قمماً جبلية . ولم يعثر العلماء على البقايا المتحجرة للأحياء المائية التي ماتت من زمن بعيد في قاع المحيط الذي غاصت فيه ، بل في قمم الجبال العالية .

ومن دراسة أحافير الحيوان والنبات هذه بات في مقدورنا أن نعرف أنواع الحياة التي وجدت على الأرض وهي لا تزال في طفولتها .

ونعرف الآن من دراستنا للأحافير أن أول ظهور للحياة على الأرض ربما حدث منذ بليوني سنة خلت في صورة نوع من الفطر كتلك الطفاوة الخضراء التي كثيراً ما نراها على سطح البرك في موسم الصيف .

ثم ظهرت منذ خمسمائة أو ستمائة مليون سنة أولى الأنواع البدائية من الحياة الحيوانية كالديدان والسمك الهلامي ، وتلا ذلك ظهور الأسماك أولى الحيوانات الفقرية ، ومنذ نحو مائتي مليون سنة تهاوت الحيوانات البرمائية (الأمفيبية) من البحر إلى البر وتتطورت لتكون لها رئات وأرجل وأصبحت أولى الكائنات التي تستنشق الهواء.

واستمر التطور البطيء للحياة فظهرت الزواحف (ومنها الدينا صورات) والثدييات (ومنها الإنسان) وتتتابع قصة الأحياء كلها في الصخور التي تضم الأحافير فكأنها كتاب موضح بالصور والرسوم .



تنقسم حياة الأرض إلى حقب جيولوجية وتنقسم الحقب إلى أزمنة تحدد نوع الصخور المتكونة خلال كل زمن . ويوضح الشكل أيضاً نـوع الحياة السائد خلال كل دور من التاريخ .

يتغير سطح أرضنا كل يوم كما كان يتغير دائماً منذ فجر الخليقة ، وإذا

هل كانت الأرض دائماً بنفس الشكل ؟

أنعمنا النظر يمكن أن نرى من حولنا البراهين على هذا التغير المستمر . فبعد سقوط المطر الغزير تصبح مياه المجاري المائية محملة بالطين ، وهذا يعني أن المطر قد كشط التربة من مكان ما من الأرض ثم راح المجرى المائي يحملها إلى مكان آخر . وتتهرأ التلال التي تنحدر منها الأنهار في بطء وتتلاشى .



تبين الدراسة الدقيقة للحفريات أن كتل اليابسة الكبيرة كانت متصله أثناء حقبات من عمر الأرض الجيولجي فكانت صحراء سيبريا متصلة بألاسكا وكانت أمريكا الجنوبية متصلة بأفريقيا والجزر البريطانية متصلة بالدول الاسكندنافية .

وبنفس الطريقة تجرف أمواج المحيط المتقلبة رمال الشواطئ ، وتغير من شكل خط الساحل .

ويستطيع الجيولوجيون مرة أخرى أن يقرأوا تاريخ القارات المتغيرة في « مصور » الصخور . فقد وجدت أحافير الحيوانات التي عاشت ذات يوم على اليابس في قاع المحيط ، وهذا يدل على أن هذا القاع بالذات كان في وقت من الأوقات جزءاً من اليابس ويبدو هذا الأمر معقولاً ما دمنا قد عرفنا من قبل أن قمم كثير من الجبال كانت ذات يوم في قاع المحيط .

كيف كان شكل الأرض في الدهر القديم ؟

ولقد أعطت الدراسة الدقيقة لهذه المفاتيح الحفرية العلماء الصورة التالية لما كان عليه شكل الأرض خلال العصور المختلفة لتاريخها الجيولوجي

كان هناك في زمن مضى معبر من اليابس يربط فيما يحتمل شمالي أوربا مع جرينلند ، ومعبر آخر ربما كان يمتد بين أسبانيا وما هو الآن الساحل الشرقي للولايات المتحدة الأمريكية. وفي مرحلة أخرى من مراحل التاريخ الجيولوجي

للأرض كانت قارات إفريقية وأستراليا وأمريكا الجنوبية تشكل معاً كتلة واحدة من اليابس ، وكانت غابات السرخس تنمو عبر ما هو الآن آلاف من أميال المسطحات المائية .

ومنذ مائتي مليون سنة كان معظم أمريكا الشمالية تحت الماء ، وأدى ارتفاع الجبال من تحت الماء في الشرق والغرب إلى تكون بحر داخلي يشغل ما يعرف الآن بسهول الغرب الأوسط .

وفي عهد أحدث كثيراً ، أي منذ بضعة آلاف من السنين : وفي خلال العصر الحجري كانت الجزر البريطانية والطرف الجنوبي للسويد على صلة بقارة أوربا ، وكان هناك سهل واسع كثير المستنقعات يشغل ما هو الآن بحر الشمال والقنال الإنجليزي (بحر المانش) وكان نهر التيمز في إنجلترا ونهر الرين في ألمانيا يكونان نهراً واحداً ضخماً .

وربما كانت سيبريا في نحو ذلك العهد متصلة بآسيا بجسر أرضي عبر مضيق بيرنج ، ويعتقد أن الإنسان القديم لا بد وقد هاجر من آسيا عبر هذا الجسر ليكون أسلاف الهنود الحمر الأمريكيين ، ويبدو أن الماموث ذلك الحيوان الضخم المكسو بالفراء وهو الجد الأول للفيل قد سلك نفس الطريق في تجواله ، فقد عثر على عظامه في الصحاري الأمريكية .

كيف تنشأ المجلدة ؟

المجلدة نهر من الجليد ينحدر على سفوح الجبال ، وكنهر الماء الجاري يشق لنفسه مجرى ويحمل كميات ضخمة من الصخور والرسابات ينقلها من أعالي الجبال ومنحدراتها إلى الأودية في أسافلها .

وتتكون المجالد في الجهات المرتفعة التي يوجد بها الثلج على مدار السنة وكلما سقط ثلج جديد وتجمع فوق ثلج الشتاء السابق ، أصبح حقل الثلج أكثر سمكاً وأثقل وزناً مما يؤدي إلى أن تنضغط طبقات الثلج في القاع لتتحول إلى دثار من الجليد المتماسك .

وعندما تبلغ هذه الكتلة الضخمة من الجليد والثلج حداً معيناً من السمك تتقطع أوصالها وتأخذ في الانزلاق أو « الجريان » على سفح الجبل ، ثم تتجمع طبقات جديدة من الثلج والجليد في الصدوع التي نشأت عندما انفلت النهر الجليدي من الحائط الجبلي .

ويتحرك النهر الجليدي في بطء شديد ، فلا تعدو سرعته بضع بوصات في اليوم الواحد ، ويواصل جريانه حتى يبلغ طرفه الأدنى نقطة على سفح الجبل تصل فيها الحرارة إلى درجة انصهار الثلج والجليد ، فيبدأ ينصهر ويتحول النهر الجليدي إلى نهر من الماء .

فإذا انتهى نهر جليدي عند شاطيء البحر فإن كتلاً ضخمة من الجليد تنفصل فتكوّن ما يعرف بجبال الجليد أو كتل الجمد الهائمة في البحار .

العصر الجليدي كيف كان ؟

منذ آلاف من السنين امتد الجليد من القطب الشمالي نحو الجنوب فدفن أكثر من ربع سطح اليابس تحت دثار جليدي مغضن . وغطى الجليد كل ما هو الآن كندا ونيوانجلند ونيويورك وكل منطقة البحيرات العظمى ، وأجزاء كثيرة من السهول الغربية .

وسوّى الجليد الجبال في زحفه البطئ ، وغير مجاري الأنهار القديمة وخلق أنهاراً أخرى جديدة ،

وخدّد حوض البحيرات العظمى وملأ البحيرات بالماء عندما انصهر وأخذ يتراجع نهائياً .

وخلف الجليد من ورائه آلافاً من البحيرات ، والروابي والأودية الجديدة ، وتعيّن الصخور المنتثرة التي يتميز بها سطح الأرض في نيوانجلند المدى الذي وصل إليه الجليد في زحفه نحو الجنوب .



المجلدة: كتل من الجليد تنحدر على سفوح الجبال والوديان ولا تنصهر بسرعة .

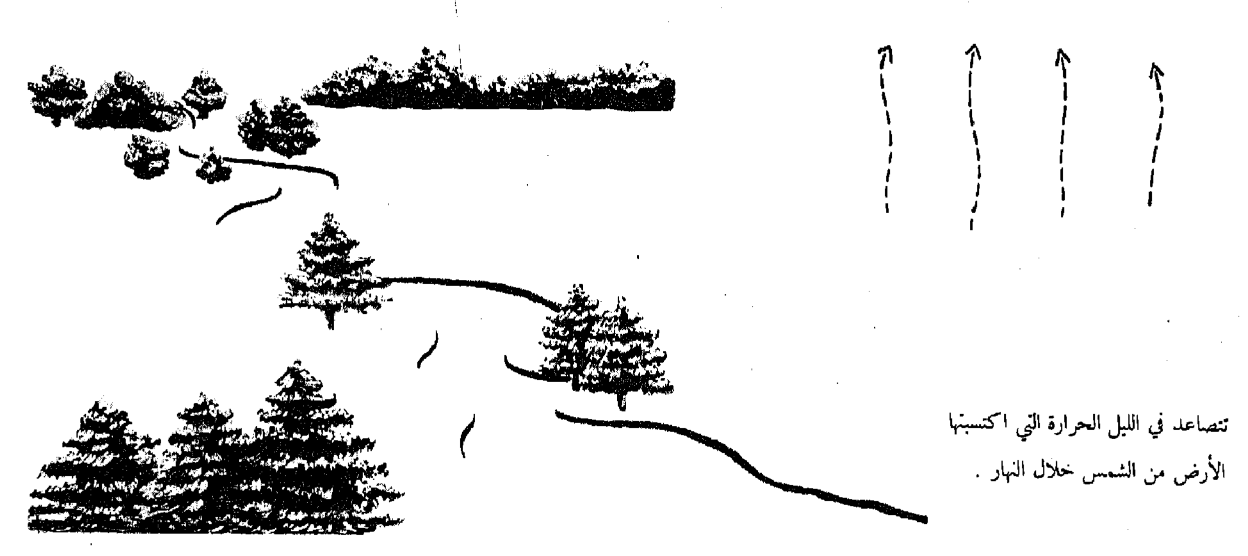
الماء ، والماء في كل مكان

كيف تكونت الأنهار ؟

يسقط مطر غزير على سفح جبل ، وتتساقط قطرات ماء من أوراق الشجر على سطح الأرض ، وهناك تتجمع المياه في جداول صغيرة أو مجاري تنحدر على السطح ، وبينما تنساب المجاري المائية الصغيرة متتبعة خطوط الارتفاع في الجبل يلتقي بعضها ببعض فتتحد في مجرى أكبر نسبياً ثم تلتقي هذه المجاري الجديدة معاً فتكون نهيراً . وعندما يجيء الوقت التي تصل فيه المياه إلى الوادي الواقع بين الجبال تكون مئات بل وربما آلاف من هذه الجداول والنهيرات قد تجمعت لتشكل في النهاية نهراً واسع المجرى ، وعندئذ يبطيء التيار ويتهادى النهر في تؤدة وهدوء .

ومنذ ذلك الحين الذي بدأت فيه المياه تنحدر من المرتفعات وهي تحمل معها كميات من الحصى والطمى ، فإذا ما أخذ النهر يبطئ في جريانه ألقى بالجزء الثقيل عن حمله ، وكثيراً ما تخلق هذه الرسابات من الصخور

نهر ينساب ملتوياً من الجبال .



تتصاعد في الليل الحرارة التي اكتسبتها الأرض من الشمس خلال النهار .

والطمى عوائق في قاع النهر تجعل التيار ينـ
إلى الجانب المضاد الذي يأخذ في الانجرا
ويعيد الجانب المتآكل بدوره التيار إلى ا
المضادة مرة أخرى ، وتكون النتيجة :
عدد من المنحنيات تجعل النهر ينثني من :
إلى آخر وكأنه أفعوان هائل .
يسقط المطر أحياناً غزيراً أكثر من المعتـ
فتعجز ضفاف ا

عند شروق الشمس تبدأ حرارتها في تسخين التربة والهواء .

تبخر حرارة الشمس الماء وتكون السحب .

لماذا تحدث الفيضانات ؟ عن استيعابه ، ومن ثم تطغى المياه على الأراضي المجاورة وتغرقها وهذا هو الفيضان .

وربما أدت الفيضانات إلى تخريب فظيع ، فهي كثيراً ما تجرف التربة الخصبة التي تغطي الأرض فتتركها غير صالحة للزراعة لعدة سنوات . وهي مدمرة للمباني فقد تكتسح مدناً بأكملها في بعض الأحيان ، وتودي بحياة مئات من الناس .

بيد أن هناك فيضانات تؤدي إلى النفع بدلاً من الضرر ومن خير أمثلتها الفيضان السنوي لنهر النيل في مصر .

ففي الربيع وفي دقة الساعة وانتظامها تسقط الأمطار الغريزة في الهضبة الأثيوبية وتتدفق المياه في الروافد التي تنتهي إلى نهر النيل فيفيض النهر في مجراه الأدنى . وكانت مياه الفيضان تترك لتغمر أراضي مصر فإذا ما انحسرت خلفت عليها طبقة من الغرين المخصب للتربة والذي فتتته المياه من المرتفعات الداخلية .

وفي هذه التربة الخصبة يزرع المصريون غلاتهم من القطن والحبوب والفاكهة فإذا ما حصد المحصول وأصبحت الأرض جرداء

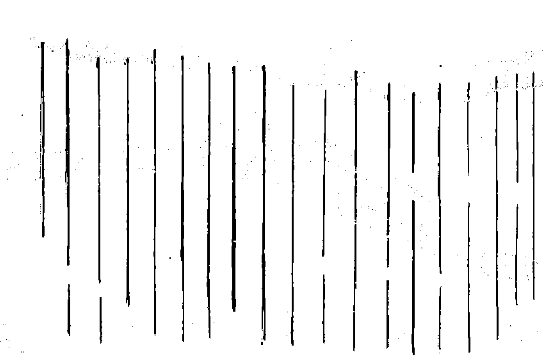
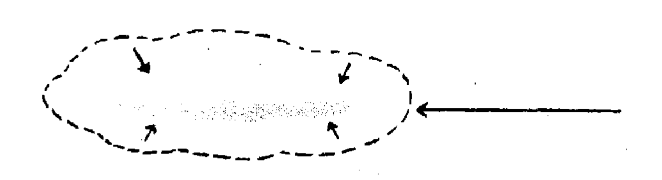

شكل بياني لأرض بالغة الخصوبة وتسمى الدلتا ـ كدلتا نهر النيل في مصر .

معرضة لأشعة الشمس المحرقة وافها الفيضان الجديد فعوضها عن الخصب الذي فقدته في زراعة العام السابق .

يحمل نهر عظيم كالنيل إلى البحر كل يوم

ما هي الدلتا ؟ بلايين الجالونات من الماء ويحتوي هذا الماء على ملايين الأطنان من الطمى والغرين وفتات الصخور التي حملها النهر من الأراضي التي يجتازها .

وعندما يصطدم تيار النهر السريع بمياه البحر الأكثر هدوء والأكبر كثافة ، فإنه سرعان ما يبطئ ، وتكون النتيجة أن تترسب كميات ضخمة من ذلك الطين والغرين في القاع عند



إذا وصلت السحب لمكان بارد ، تسقط الأمطار . وإذا وصلت السحب لمكان ساخن يُمتص البخار وتتلاشى السحب .

مصب النهر لتخلق أرضاً منبسطة واسعة فائقة الخصب تعرف باسم **الدلتا** .

وتشتهر دلتا المسيسيبي ودلتا النيل بصفة خاصة بأرضهما الزراعية الخصبة التي تكونت عبر العصور ، ومعظم الأرض التي تكوّن هولندا الحالية إنما كونتها دالات نهر الرين وغيره من الأنهار التي تنحدر من مرتفعات المانيا إلى بحر الشمال .

كيف تكونت البحيرات العذبة والملحة ؟

جميع المياه في العالم تتحرك في دورة مستمرة ، فالشمس تبخر الماء من البحر ، ثم يتكثف البخار ويعود مطراً إلى الأرض وتعود مياه الأمطار إلى البحر في الأنهار التي تجري بها . ولكن بعض هذا الماء قد يتوقف في رحلته إلى البحر وتحتجزه البحيرات إلى حين .

والبحيرات تغذيها الأنهار وتصرفها الأنهار كذلك ، وعندما تقترن العمليتان دخول الأنهار إلى البحيرات وخروجها منها ، تكون مياه البحيرات في عذوبة مياه الأنهار وهذه هي البحيرات العذبة ، ولكن عندما تكون البحيرة بلا مخرج فإن مياهها تكون مالحة .

وبحر قزوين في جنوبي الاتحاد السوفييتي ، وهو أكبر بحيرات العالم ، بحيرة مالحة ، وكذلك البحر الميت في فلسطين ، وبحيرة جريت صولت في ولاية يوتاه بالولايات المتحدة الأمريكية . أما كبرى البحيرات العذبة في العالم فبحيرة سوبيرير بين كندا والولايات المتحدة الأمريكية ، فطولها نحو **٣٥٠** ميلاً (٥٦٠ كيلومتراً) وعرضها زهاء ١٦٠ ميلاً (٢٥٥ كيلومتراً) وتليها في المساحة بحيرة فيكتوريا التي ينبع منها نهر النيل .

لماذا تجف البحيرات والمستنقعات ؟

البحيرات بصفة عامة هي أقل الظاهرات الجغرافية على سطح الأرض ثباتاً بل إنها حتى في لحظة تكوينها تبدأ في الجفاف ، وكل البحيرات حتى الكبيرة منها على هذه الحالة من الجفاف المتواصل ، فبحيرة سوبيرير مثلاً ليست سوى البقية الباقية من بحيرة أخرى أضخم كثيراً كونها الجليد والأنهار الجليدية .

ولعلّ من الغريب أن تكون الأنهار التي تغذي البحيرات وتملؤها بالمياه هي نفسها من العوامل التي تؤدي بها إلى الدمار في النهاية . فبمجرد

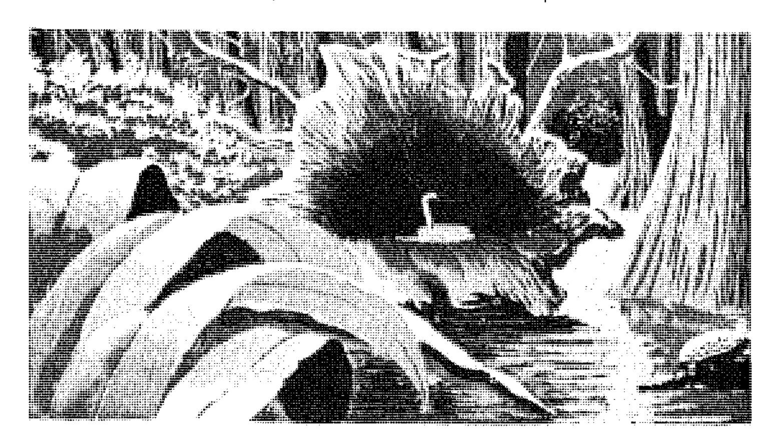
صورة لمستنقعات ايفرجليدز بالولايات المتحدة



أن يتكون حوض البحيرة تأخذ الأنهار التي تغذيه تلقي بكميات ضخمة من الرسابات في قاع البحيرة ، ومع مضي الزمن تملأ هذه الرسابات حوض البحيرة تماماً وتحوله إلى مستنقع في أول الأمر ، ثم إلى مرج يغطيه العشب فيما بعد ، وفي النهاية ينصرف ما بقي من ماء إلى الأنهار التي تواصل رحلتها إلى البحر دون أن يعترضها عائق .

وليست أكبر مساحة من المستنقعات في العالم ، وهي مستنقعات ايفرجليدز في ولاية فلوريدا سوى ما تبقى مما كان في وقت ما قاع محيط ، فقد حدث أن ارتفعت الأرض وتراجع خط الساحل ولكن تراجعه لم يكن إلى الحد الذي يسمح بأن تجف المنطقة تماماً .

وعلى أي حال فإن مستنقعات إيفرجليدز آخذة في الجفاف التدريجي . وقد جففت أجزاء منها بالوسائل الصناعية بغية خلق مساحات من الأرض الزراعية أو أراضي البناء ، ولكن هذا العمل لم يكن أكثر من مساعدة قدمها الإنسان للطبيعة حتى تسرع في عملها . وكانت المجاري المائية قد أخذت بالفعل تستنزف مياه البحيرة ، ولو تركت وشأنها لاستطاعت مع الزمن أن تؤدي الغرض من المصارف التي شقها الإنسان ، ومن ثم فسيأتي وقت بعد أم قرب تصبح فيه منطقة ايفرجليدز أرضاً خصبة تستغل في الرعي أو الزراعة .



ما هي الرمال المغرقة ؟

الرمال المغرقة رمال دقيقة للغاية ، مفككة ، مختلطة بالماء . وتوجد عادة في المستنقعات وغيرها من الأماكن الغدقة فوق قاعدة من التربة الطينية الثقيلة لا يستطيع أن ينصرف منها الماء .

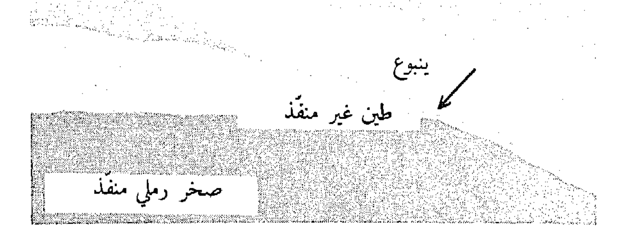
وتبدو الرمال المغرقة شبيهة بالرمال العادية حتى لقد يخطئها الحيوان بل وربما الإنسان سيء الحظ فيسوخ فيها وربما غاص وغرق : وعلى عكس حبات الرمل العادية ذات الحافات الزاوية فإن حبات الرمال المغرقة مستديرة الشكل ومن ثم فإن المياه التي تحتها تتدخل بينها وترفعها أو بمعنى آخر « تعومها » فوقها ، فلا يتاح لها أن تتماسك ، فإذا وقع عليها جسم ثقيل فإنه يغوص كما يغوص في الماء ولكن بسرعة أقل .

كيف نفذ الماء إلى ما تحت السطح ؟

في كل مرة يسقط فيها المطر يتسرب قدر ما من من الماء في الثرى وتحتفظ التربة السطحية بجزء من هذا الماء تغذي به جذور النبات النامي فيها ، ولكن معظمه يغور حتى يبلغ منسوباً تمتلىء فيه كل شقوق الصخور التحتية بالماء .

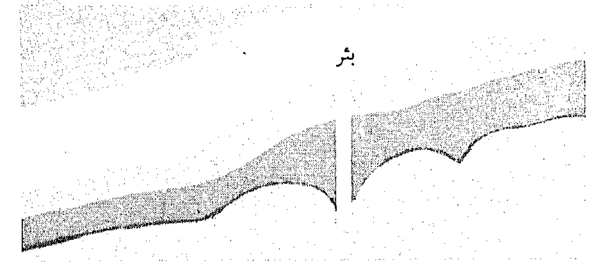
والواقع أن الماء الغائر أكثر من كل المياه الموجودة على السطح في البحيرات والمستنقعات .

وكقاعدة عامة يتبع منسوب هذا الماء الغائر الخطوط الكنتورية على سطح الأرض ، ولهذا السبب فإن من الممكن أن نحصل على الماء من بئر نحفرها في أعالي تل كما نحصل عليه من أخرى نحفرها في بطن واد مجاور .



تنشأ الينابيع من انسياب المياه أفقياً حتى السطح .

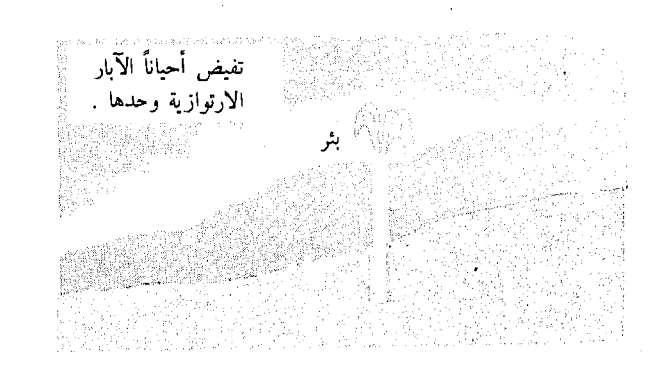
وعندما يصبح هذا المنسوب في مستوى سطح الأرض ـ ويكون هذا عادة على سفوح التلال ـ ينز الماء ويتفجر ينبوعاً ، ويكون ماء النبع عادة أبرد وأعذب من ماء الأنهار إذ أنه لم يتعرض لحرارة الشمس .



تخترق الآبار المحفورة الأرض بعمق في أماكن التشبع وتضخ المياه منها للخارج .

ما هي المياه الإرتوازية ؟

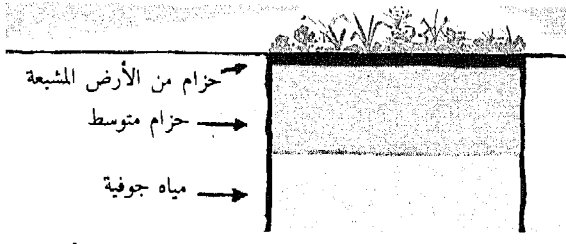
يحدث أحياناً أن تكون الطبقة الخازنة للماء محصورة بين طبقتين من الصخور المصمته في أعلى وفي أسفل ، ومن ثم تصبح هذه الطبقة أشبه « بأنبوب ماء » لا يستطيع الماء أن يتسرب منه . وتعرف هذه المياه **بالمياه الإرتوازية** .



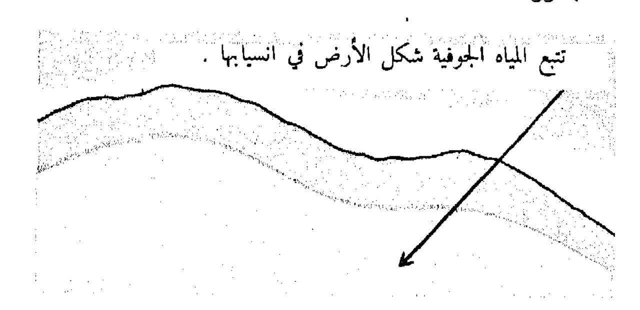
تفيض أحياناً الآبار الارتوازية وحدها .

فإذا حفرنا بئراً للحصول على هذا الماء الحبيس فإن الضغط من كلا جانبيه يدفع الماء إلى السطح ، فإذا وجد شق طبيعي في الأرض وكان الضغط من القوة بالقدر الكافي تدافع الماء وكأنه يخرج من نافورة طبيعية .

وكثيراً ما تجري المياه الإرتوازية مئات من الأميال من المكان الذي غار فيه ماء المطر في



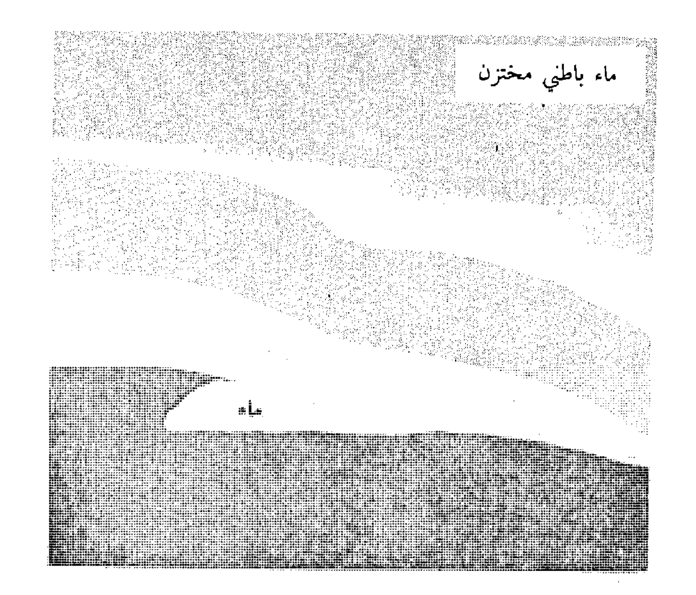
الأرض إلى الجهة التي يتفجر فيها مرة أخرى من الآبار ، ولهذا السبب ونظراً لأن المياه الإرتوازية لا تعتمد على الظروف المحلية للمطر ، فإن الآبار الإرتوازية تمثل مصدراً للماء لا نهاية له ، وتظل مياهها تندفع حتى في أوقات الجفاف الشامل التي تجف فيها الآبار الأخرى في المناطق المجاورة .

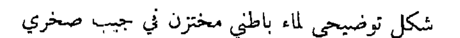

تتبع المياه الجوفية شكل الأرض في انسيابها .

ما هو الماء الباطني ؟

يأتي معظم الماء الغائر كما رأينا من المطر الذي يتسرب إلى سطح الأرض ، ولكن يظل هناك نوع آخر من الماء في القشرة الأرضية وهو **الماء الباطني** وهو ماء اختزنته جيوب الصخور في أعماق سحيقة من قشرة الأرض خلال ملايين

السنين . فعندما تكونت الصخور الرسوبية أول الأمر في قاع البحار القديمة ، امتصت جزءًا من مياه البحر في جوفها ، فلما ارتفع قاع البحر ليصبح جزءاً من اليابس ارتفعت معه الصخور الرسوبية الخازنة للماء . ومن أمثلة هذه المياه الباطنية الماء الملح الذي كثيراً ما يخرج من آبار البترول .




شكل توضيحي لماء باطني مختزن في جيب صخري

سطح الأرض

ما هي الصحراء ؟

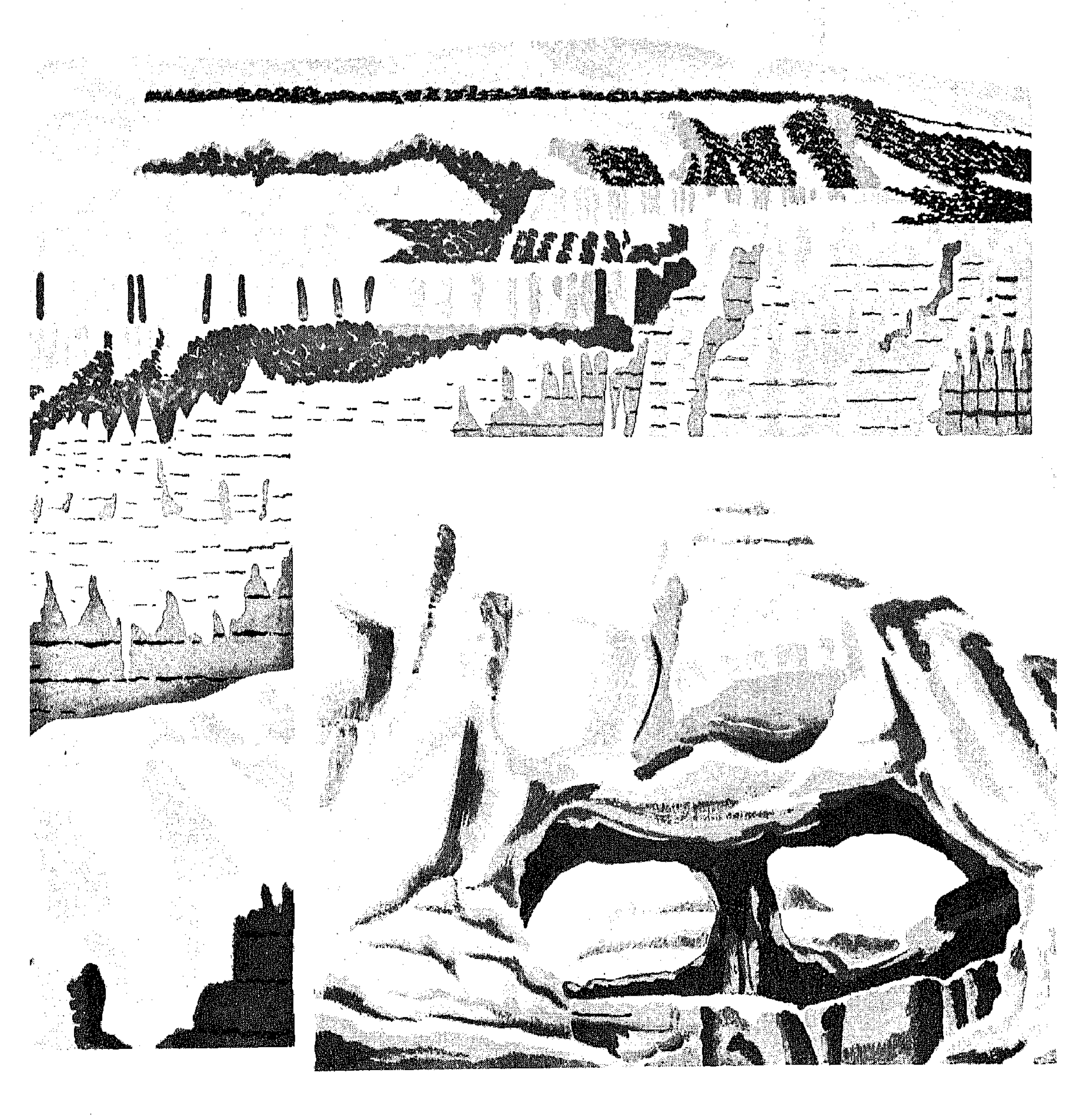
عندما نلقي نظرة على الصحراء الجافة التي لا ماء فيها تبدو وكأنها خالية من الحياة ، ففيما عدا القليل من الصبار الشوكي والشوكيات الضئيلة لا يوجد غطاء نباتي يكسو الأرض الرملية الصخرية،وفي بعض الجهات تركت الرياح الجافة العنيفة الصخور عارية من الرمل والتربة ، ومزقت الصخور نفسها مزقاً غريبة الأشكال .

ففي النهار يرسل قرص الشمس المتقد أشعته اللاهبة عبر سماء صافية خلوة من السحاب حتى ليقضي المرء الساعة أو الساعتين يبحث عبثاً عسى يستظل بشيء،وعندما تغيب الشمس وراء حافة الصحراء تنخفض درجة الحرارة بسرعة حتى لقد يوشك الدم أن يتجمد في عروق عابر الصحراء إن لم يكن قد احتاط للبرد القارس .

ومطر الصحراء نادر ، وهو إن سقط فقليل في العادة ، ولكن قد تتفجر السحب في أحوال نادرة بمطر غزير مفاجيء ، وعندئذ تمتص نباتات الصحراء الماء في نهم ، وتخزنه في جذورها الطويلة لتعيش عليه خلال مدة الجفاف الحارة الطويلة التي لا بد وأن تعقب هذا المطر النادر .

الكثبان هي أكوام من الرمال تتجمع معاً بفعل الرياح .





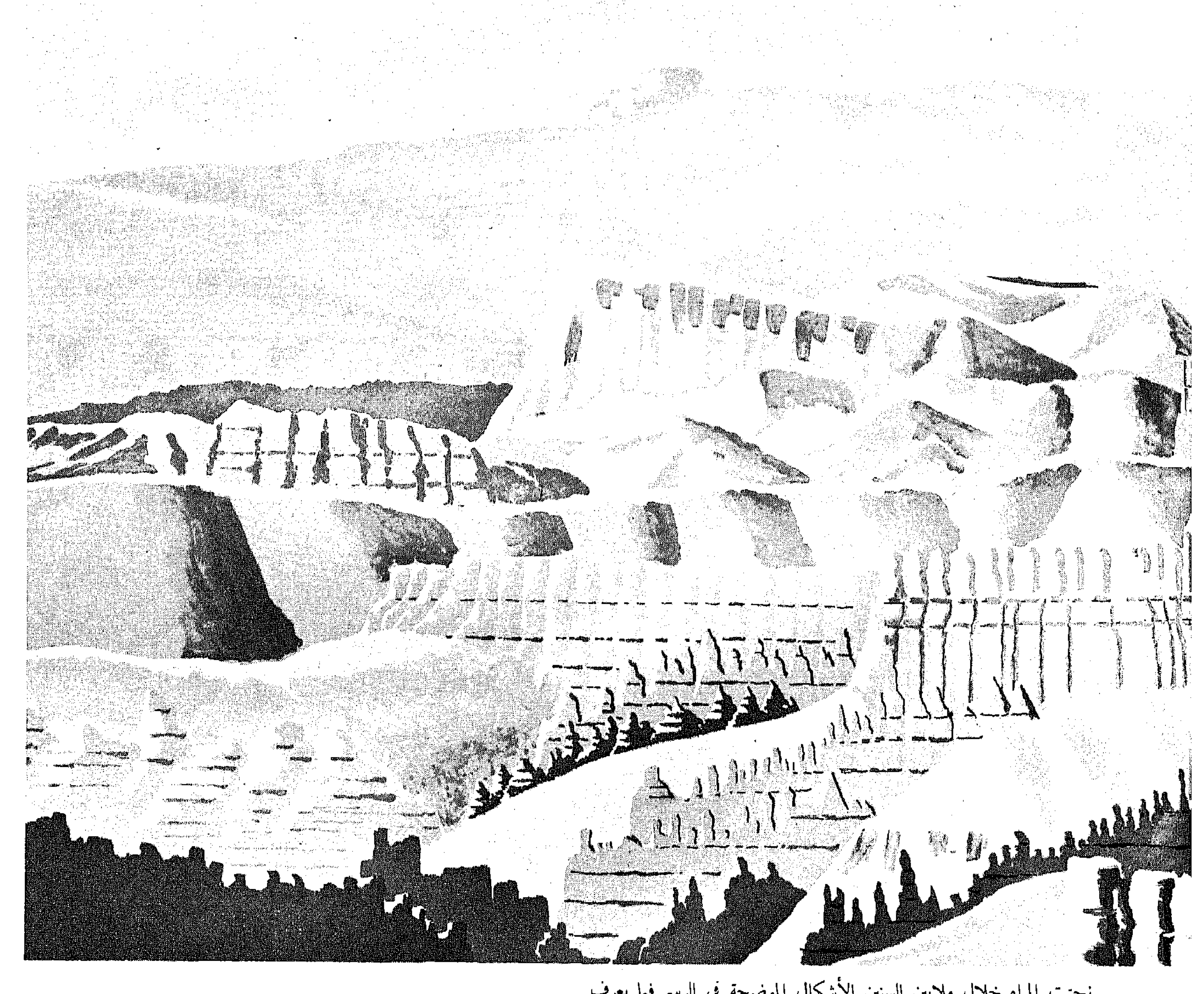
نحن نعرف أن الرياح والمطر لا تنفك تعمل في تشكيل سطح الأرض ،

كيف تستطيع الرياح والأمطار أن تشكل الصخور ؟

وربما كانت أحسن الأمثلة لعملية التعرية هذه ، هي تلك التي توجد في صحارى غربي الولايات المتحدة الأمريكية .

والشكل العجيب للصخور الذي يوضحه

وتبقى بذور نباتات الصحر
الأرض الجافة شهوراً بل ورب
حتى تمسها يد المطر السحرية فتب
بين عشية وضحاها ، وسرعان ما تـ
بثوب رائع متعدد الألوان . وكم
الصحراء بسرعة فهو يذبل بسر
وكأنما ينتظر الزخة التالية من
إليه الحياة من جديد .



نحتت المياه خلال ملايين السنين الأشكال الموضحة في الرسم فيما يعرف بخانق برايس وأحدثت قمماً ذات أشكال وألوان عجيبة . وترى في الصورة اليسرى شكلاً يشبه الجسر المعلق .

الرسم هو للحديقة الوطنية في خانق برايس بولاية يوتاه .

لقد كانت المنطقة في وقت ما سهلاً رملياً فسيحاً ، ولكن مع مرور ملايين السنين أذابت مياه الأنهار التي تجتازه الحجر الجيري في الصخور التحتية ، وأكلت الصخور الأكثر صلابة شيئاً فشيئاً حتى أصبح خانق برايس في نهاية الأمر بالصورة التي هو عليها الآن أرضاً للعجائب الطبيعية .

ولا تقل الرياح أهميةً عن المياه الجارية في تشكيل سطح الأرض ، ففي المناطق الصحراوية تحمل الرياح الرمال وتنقلها من مكان إلى مكان ، تاركة في معظم الأحوال نتوءات من الصخر عارية ، ويحت الرمل الذي تحمله الرياح في الصخر فيكون له فعل ورق «السنفرة» حينما نحك به قطعة من الخشب ، وبالتدريج

يبلى الصخر ، وتتفتت الأجزاء الهشة منه أولاً ، ثم تتلوها الأجزاء الأكثر صلابة ، وكثيراً ما ينتج عن ذلك قطع جميلة غريبة الشكل من المنحوتات كالجسور الطبيعية والقمم الصخرية الضخمة.

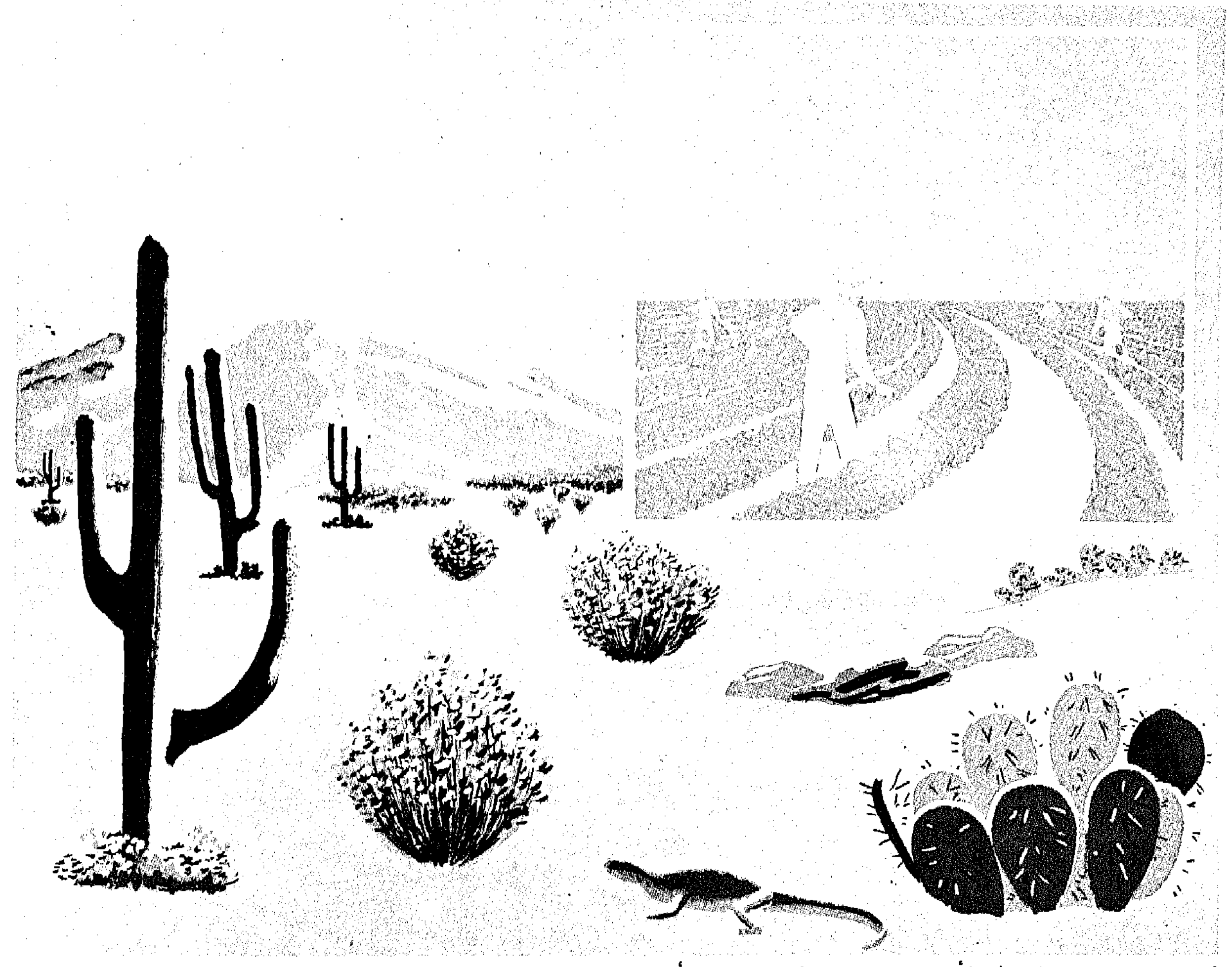
رأينا كيف أن قوى الطبيعة في عمل دائب لتغيير سطح الأرض ،

كيف ساعد الإنسان في تغيير سطح الأرض ؟

وكذلك الإنسان ، كان له دوره في تغيير مظهر أجزاء من سطح الأرض وتعديل مميزاتها ، وأحسن مثل لذلك تلك المنطقة التي سميت بحق « طاسة التراب » والتي تقع في جنوب غربي الولايات المتحدة الأمريكية في ولايتي تكساس وأوكلاهوما .

كانت هذه المنطقة في وقت ما أرضاً غنية بالعشب ، وكانت جذور العشب الغليظة تحفظ رطوبة التربة فتظل الأرض خصبة خضرة حتى في مواسم الجفاف .

ثم شرع الإنسان يحرث أرض العشب ليزرعها بشتى الغلات ، وحدث في أوائل الثلاثينيات من هذا القرن أن حل بالمنطقة جفاف طويل تلفت معه المحصولات وراحت الرياح تذرو التربة المفككة التي لم تعد بها جذور عشب تمسك بأجزائها ، مكونة عواصف ترابية عنيفة .



نجح استخدام قنوات الري في الأراضي الرملية البور في تحويلها إلى أرض منتجة وصالحة للزراعة .

وظلت المنطقة سنوات عديدة لا تغل شيئاً وتحول عنها سكانها إلى جهات أخرى من البلاد ، ولكن من بقي منهم أخذ بالتدريج يزرع الأرض بالعشب ، وتعلم الفلاحون كيف يزرعون غلاتهم بطريقة تبقى معها التربة مصونة . واليوم عادت المنطقة التي كانت بالأمس « طاسة تراب » أرضاً تزدهر فيها الزراعة والرعي مرة أخرى .

وعلى عكس ما حدث في « طاسة التراب »

كيف يمكن لصحراء أن تزهر ؟

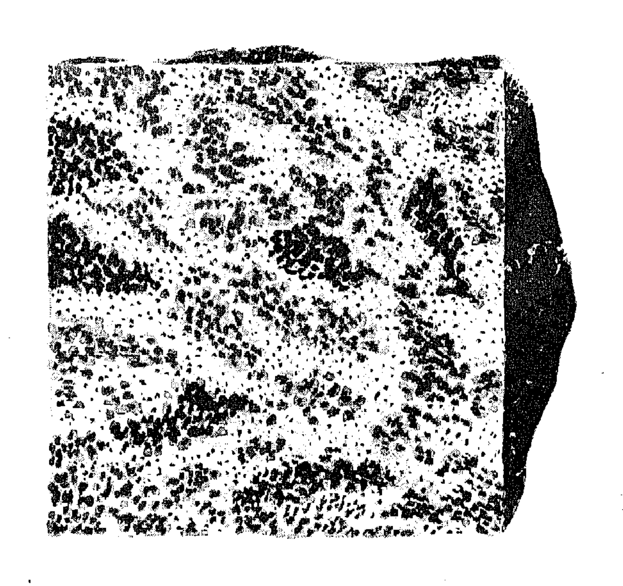
فإن الإنسان كثيراً ما غير سطح الأرض إلى الأحسن، فعندما بدأ الاستيطان في الغرب الأمريكي كانت أجزاء من كاليفورنيا وغيرها من الولايات صحارى جافة قاحلة ، لا يمكن أن ينمو فيها سوى الصبار وغيره من النباتات الصحراوية التي ليس فيها كبير نفع للإنسان .

ولكن الزراع استطاعوا أن يحولوا الأرض من صحراء رملية لا تغل إلى حقول خصبة بحفر القنوات التي حملت إليها الماء من أنهار بعيدة . وقد أصبحت الآن مساحات شاسعة مما كان في وقت ما صحارى مجدبة ، أرضاً من أكثر الأراضي الزراعية في أمريكا انتاجاً .

ما الصخور المكونة لسطح الأرض ؟

توجد أساساً ثلاثة أنواع من الصخور تكون سطح الأرض هي :

١ – **الصخور النارية** : وهي أقدم صخور القشرة الأرضية فقد تكونت من تجمد الصهير الذي كان سائلاً عندما أخذت الأرض تبرد وتصلب قشرتها منذ بلايين السنين ، ومن ثم فهي سلف النوعين الآخرين من الصخور ، وسلف الرمل والتربة .



الجرانيت من أشهر الصخور النارية ويتكون بالنار أو الحرارة .



البازلت أيضاً من الصخور النارية ذات الأصل البركاني .

وأشهر الصخور النارية وأكثرها أهمية الجرانيت والبازلت .

والجرانيت هو أوسع أحجار البناء استعمالاً لصلابته وقوة تحمله . وتختلف ألوانه ، فمنه الأبيض والأسمر والأخضر والوردي والأحمر .

والبازلت حجر كثيراً ما يجرش في العادة ليستخدم في رصف الطرق ، ويختلف لونه بين الرمادي والأسود .

٢ - **الصخور الرسوبية** : وهي صخور تتكون مما كان في وقت ما منذ ملايين عديدة من السنين طبقات من الرمل والحصى والطين والرسابات التي تجمعت في قيعان البحار القديمة ، وقد صلبت هذه المواد وتحولت إلى صخور حقيقية بسبب الضغط الهائل الواقع عليها .

وأشهر أنواع الصخور الرسوبية الحجر الرملي والحجر الجيري (الكلس) والطفال .

٣ - **الصخور المتحولة** : وهي صخور كانت أصلاً نارية أو رسوبية ولكنها تحولت بالضغط الهائل والحرارة الشديدة إلى صور أخرى ومنها الرخام والاردواز والكوارتزيت .

وقد تحول الرخام وهو من أكثر الصخور صلابة من الحجر الجيري الهش لدرجة كبيرة ويشيع استعمال الرخام في عمل التماثيل وفي أعمال البناء .

وتحول الاردواز من طبقات من الطفال والطين وقعت تحت ضغط شديد ، وينفلق هذا الصخر العجيب إلى صفائح رقيقة منبسطة ناعمة ، ويكثر استعماله في سقوف المنازل .

ويبدو الكوارتزيت شبيهاً بالحجر الرملي إلى حد كبير ، وهو فعلاً متحول منه ، ولكن بينما نجد الحجر الرملي هشاً نسبياً ، فإن الكوارتزيت من الأحجار الشديدة الصلابة . وكثيراً ما تبدو مرتفعات الكوارتزيت في شكل لهاب شديدة الانحدار بعد أن ذهبت عنها عوامل التعرية بالصخور الأقل صلابة .

وإليك عدداً من الصخور غير العادية :

الاسبستوس : ويوجد في الصخور المتحولة على شكل ألياف حريرية طويلة ويمكن أن تنسج هذه الألياف في قماش مضاد للحريق فتصنع منه بطانة فرامل السيارات وملابس رجال الاطفاء .

الصوان (الظران) : وقد استخدمه الإنسان الأول في صناعة سكاكينه ورؤوس حرابه .

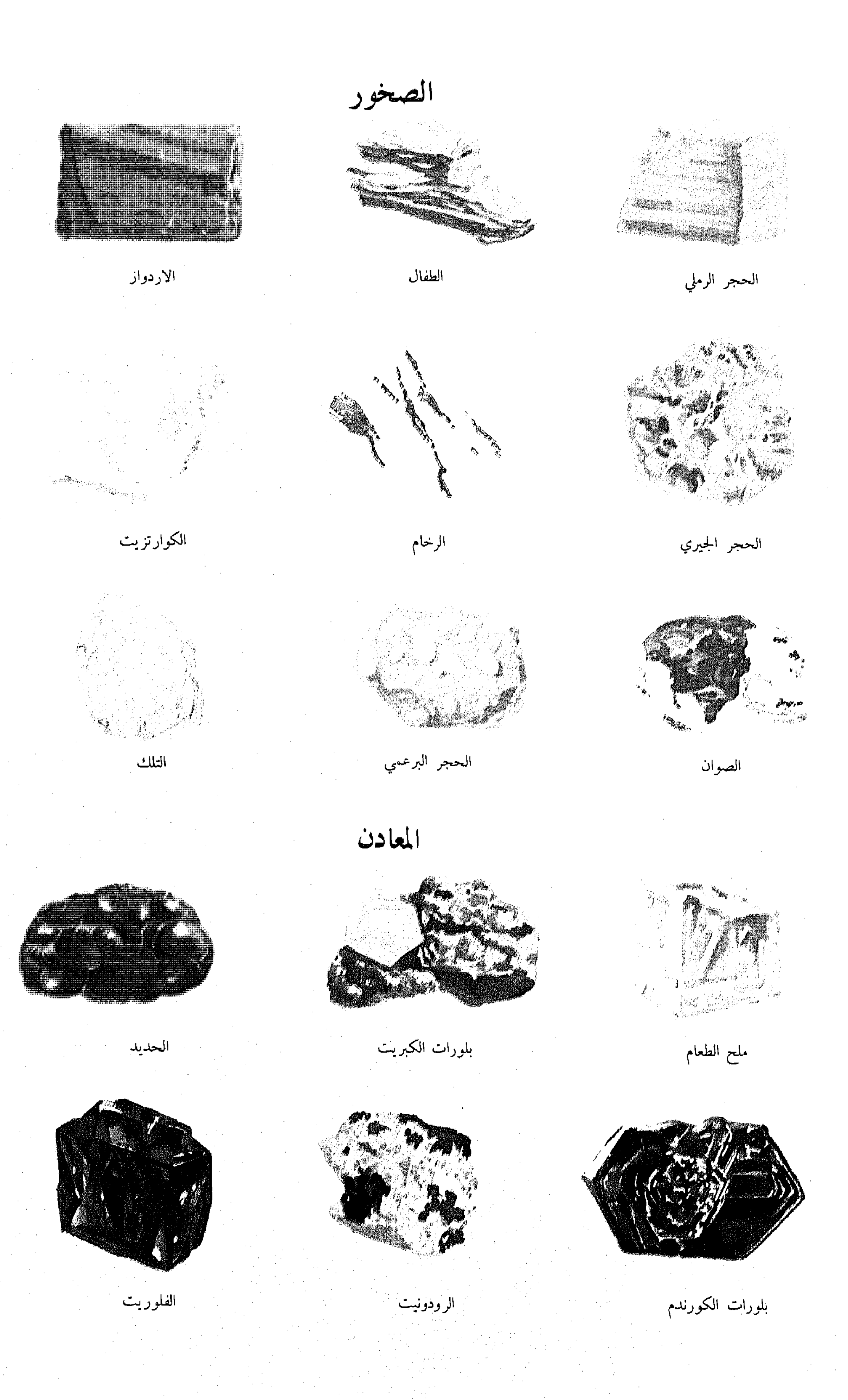
الدماليق (الحجر البرعمي) : وهي أحجار غريبة الشكل توجد عادة في بطون المجاري المائية ، وهي نوع من الحجر الرملي اختلط فيه الحصى الصغير بفتات الصخور والرمال الناعمة وبأنواع شتى من المعادن المكونة للصخور ، ثم تماسكت هذه العناصر جميعاً وتصلبت .

الخشب المتحجر : ويوجد في الغابة المتحجرة في أريزونا وفي الغابة المتحجرة في شمال القاهرة ، وليس هو في الحقيقة قطعة من الخشب تحولت إلى حجر ، وإنما الذي حدث فعلاً أن سقطت أشجار منذ ملايين السنين في مستنقعات حيث كان الماء يحوي نسبة كبيرة من الكوارتز الذائب وهو أحد العناصر المكونة للصخور ، ثم تسرب الماء إلى خلايا الخشب ، وعندما تحلل الخشب جمد الكوارتز ليأخذ الشكل الذي كانت عليه ألياف الشجر.

ما هي المعادن ؟

يمكن تعريف **المعدن** بأنه أي عنصر أو مركب مكون من مواد كيمائية موجودة في الطبيعة . فالهاليت مثلاً المعروف بملح الطعام إنما يتكون من صوديوم وكلورين ، والماس نشأ عن الكربون الذي هو أيضاً المادة الأصلية للفحم . والياقوت الأحمر والأزرق (السفير) من الكورندوم الذي هو في صورة أخرى الصخر الأسود الخشن الذي يستعمل في صناعة حجر الطواحين .

وقد تشكلت كل الصخور من عدد كبير من أصناف المعادن وعندما تكسر قطعة من الصخر يمكن أن ترى هذه المعادن كالميكا والكوارتز في


الصخور
الحجر الرملي
الطفال
الاردواز
الحجر الجيري
الرخام
الكوارتزيت
الصوان
الحجر البرعمي
التلك
المعادن
ملح الطعام
بلورات الكبريت
الحديد
بلورات الكورندم
الرودونيت
الفلوريت

شكل بلورات في العادة وإليك بعض المعادن التي قد تراها في الصخور التي فيمتناول يدك .

الكوارتز : وهو ربما كان أكثر بلورات المعادن شيوعاً ، وبلوراته من جميع الأحجام ، فبعضها طويل دقيق ، والبعض غليظ مندمج ، ولكن كل بلورات الكوارتز أياً كان حجمها لها نفس الشكل ، فهي على شكل منشور سداسي أي لها ستة وجوه تنتهي بهرم سداسي الأضلاع من الناحيتين ، والكوارتز واحد من أصلب المعادن فلا يمكن خدشه بالسكين بل أنه ليخدش الزجاج أو يقطعه ، ورمل الكوارتز هو المادة الأساسية التي يصنع منها الزجاج .

الميكا : وتوجد في الجرانيت وغيره من الصخور النارية ، ويمكن شقها في صفائح رقيقة كالورق ، وهي شفافة ، سهلة الثني ، مضادة للاحتراق ، وتستخدم في صناعة ثقوب « أكباس » الكهرباء الصغيرة وفي أبواب الأفران . وقد استخدمت في بعض البلاد المتخلفة كزجاج للنوافذ .

التلك : وهو معدن أبيض غريب ، هش لدرجة أنك تستطيع خدشه بظفرك . وهو ناعم الملمس وكأنه الصابون ، ويستخدم تجارياً في التشحيم وكأساس لصناعة بودرة التلك .

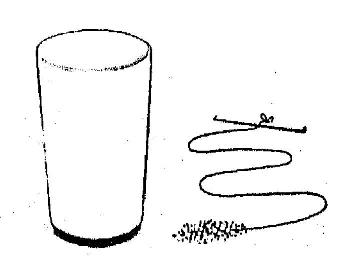
الكليست وهو معدن شائع الانتشار يوجد على صور شتى . فقد يكون في صفائح رقيقة كالميكا ، وقد يكون في بلورات لها شكل الماس فيكون شبيهاً بالكوارتز وربما نعثر أحياناً على بلورة من الكليست شفافة كالزجاج ، ولكن الشيء العجيب فيه هو أنك حينما تنظر من خلاله تجد كل شيء مزدوجاً ، وإذا هشمت بالمطرقة بلورة كليست فستجد كل جزء منها يكون سداسي الوجوه له أسطح ناعمة وزوايا متساوية .

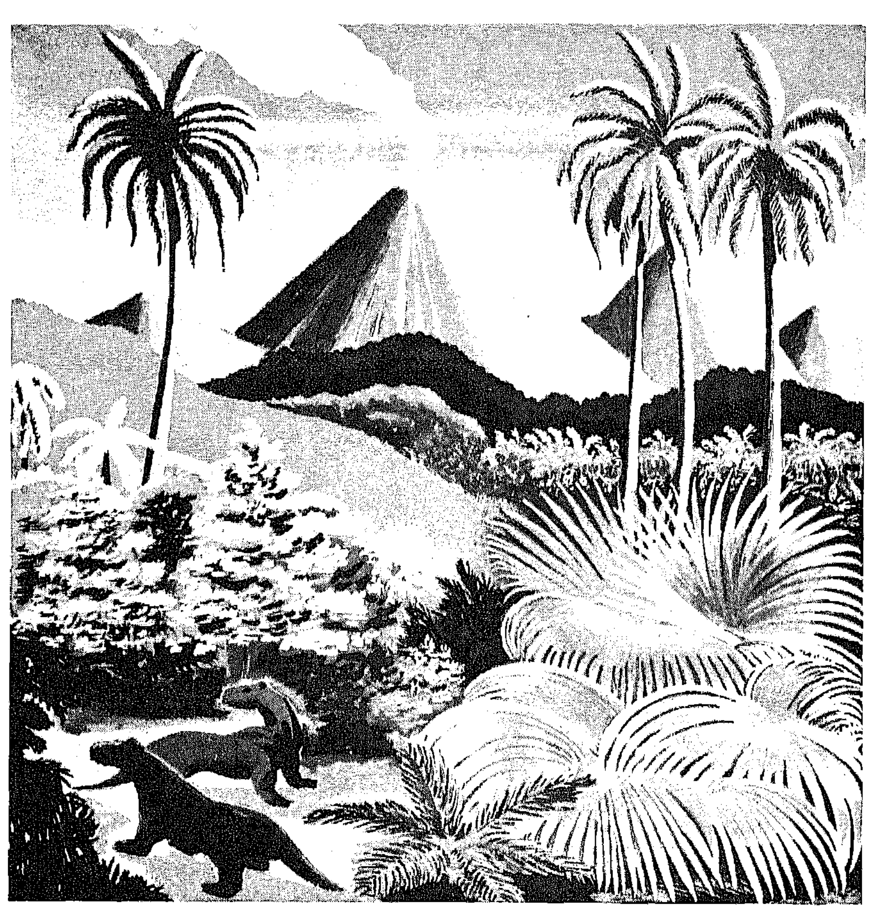
الكهرمان وهو ليس بالمعدن الحقيقي بل بقايا متحفرة لصمغ شجر شربين قديم سقط في المستنقعات ، ومع هذا فهو مادة شبيهة بالمعدن تسترعي الاهتمام ، وكثيراً ما نعثر فيه على أجسام حشرات وقعت في الصمغ قبل أن يتجمد منذ آلاف السنين فظل الكهرمان محتفظاً بها على صورتها الأصلية .

البيريت ويعرف باسم ذهب المغفلين « إذ كثيراً ما خدع المُعَدِّنين في العالم القديم فظنوا أنهم وقعوا على منجم للذهب ، والبيريت معدن جميل براق ولذلك فكثيراً ما يستعمل في صناعة الحلى وأدوات الزينة .

كيف تصنع بلورات المعادن بنفسك ؟

ضع قدر ملعقتين أو ثلاثاً من ملح الطعام في نصف كوب من الماء ثم قلبه جيداً ، أدل في السائل خيطاً مربوطاً في عصا تضعها فوق الكوب ، ثم ضع السائل في مكان بارد لعدة أيام ، وافحصه تجد أن الملح قد كون بلورات صغيرة من الهاليت على شكل مكعبات صغيرة تلمع وكأنها حبات دقيقة من الماس .




منظر لغابة قديمة .

كنوز في الثرى

كيف تكون البترول ؟

منذ نحو تلثمائة مليون سنة كانت هناك غابات ضخمة من أشجار السرخس تغطي مستنقعات الأراضي الحارة ، وعندما ذوت هذه الأشجار وماتت سقطت في المستنقعات وغاصت في الحمأ ، ومرت آلاف القرون تغطت فيها أشجار السرخس بسرخسيات أخرى وبأنواع مختلفة من الشجر سقطت في الماء فوقها .

ثم أخذ سطح الأرض يتغير في بطء وامتلأت المستنقعات بالطين الذي تماسك وتحول إلى صخر ، وفي النهاية خسفت الأرض وأبتلعتها مياه البحار ، ومرت ملايين أخرى من السنين وعادت الأرض ترتفع من قاع البحر لتكون تلالاً وسهولاً وهضاباً ، وأصبح ما كان من سطح الأرض ذات يوم مستنقعات مليئة بالأشجار حبيساً بين طبقات من الصخر سميكة ، على عمق آلاف من الأقدام .

ولكن بينما كان يجري كل هذا التغير في الأرض حدث شيء غريب ، فقد نشأ عن ضغط باطن الأرض تغير كيميائي في أشجار السرخس وغيرها من النباتات التي طمرت في المستنقعات القديمة الأولى منذ ملايين السنين فتحولت إلى ما هو الآن خزان جوفي لسائل أسود هو الذي نسميه البترول أو الزيت الخام .

وقد اقتربت هذه الرسابات الباطنية في بعض الأحيان من سطح الأرض إلى حد سال معه الزيت ، وكوّن وحلاً أسود لزجاً . وقد استخدم القدماء هذا الزيت الخام في الإضاءة ، ووقوداً للطبخ .

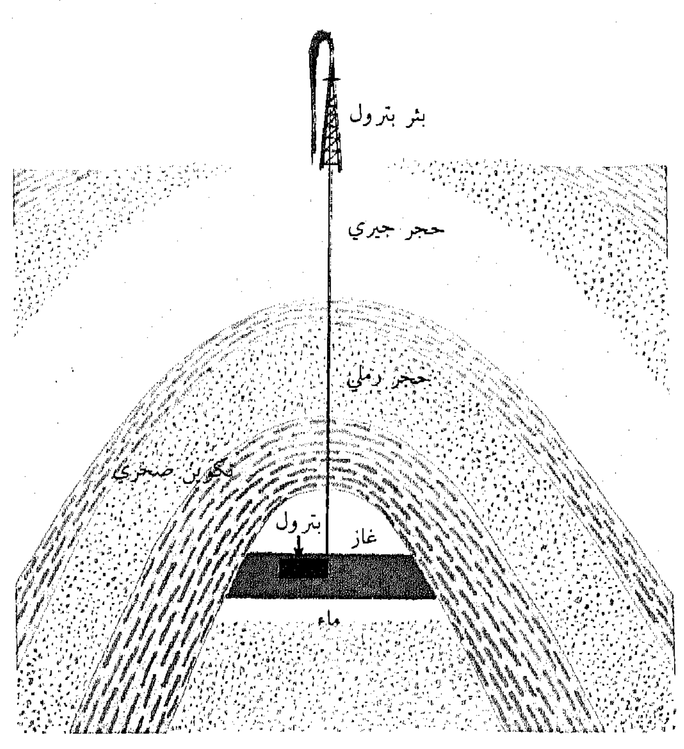
ولم يتنبه العلماء إلا منذ نحو مائة عام إلى الحفر للحصول على البترول وإلى تقطيره

ليستخلصوا مشتقاته من الجازولين والكيروسين وزيوت التشحيم ، وأصبح البترول في عالمنا الحديث أهم مصدر للوقود ، وما كان في استطاعتنا بدونه أن نصنع السيارات والسفن وأن نقيم المصانع ومحطات القوى .

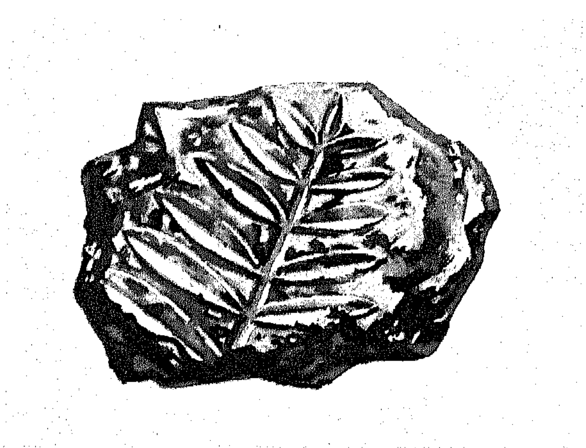
ويتجمع الزيت عادة تحت الأرض بين طبقات الصخور الالتوائية ، فيطفو فوق بركة من الماء الباطني ، ويعلوه دثار من الغاز الطبيعي ، فإذا ما حفرت بئر تصل إلى تكوينات الزيت فإن ضغط الغاز يدفع البترول إلى السطح .

كيف تكون الفحم ؟

تكون الفحم بنفس الطريقة التي تكون بها البترول ، وفي نفس الوقت تقريباً من التاريخ الجيولـوجي للأرض ، فقد سقطت كثير من النباتات في



قطاع في بئر بترول



حفرية لأوراق شجر محفورة في الفحم .

المستنقعات القديمة ، وتعفنت ، وغطاها الطين والصلصال اللذان تحولا إلى صخر ، غاص في البحر ثم لم يلبث أن ارتفع ثانية .

ولكن هذه النباتات المتعفنة من السرخسيات والطحالب بدلاً من أن تتحول إلى زيت سائل ، خضعت بطريقة غريبة لأنواع أخرى من القوى حولتها إلى صخر أسود صلب لامع هو الذي نسميه الفحم .

ويوجد الفحم دفيناً في شكل عروق طويلة سميكة تنحصر بين طبقات من الإردواز أو الطفال ، وقد يحدث أحياناً عندما تنفلق قطعة من الفحم أن نرى فيها بوضوح بصمة متحجرة لورقة من أوراق السرخس محتفظة بكامل الشكل الذي كانت عليه يوم أن كانت على الشجرة القديمة .

ما أهمية الحديد والصلب ؟

ربما كان الحديد أهم معادن الأرض جميعاً ، ومن الحديد نصنع الصلب ، ومن الصلب نصنع الأدوات الضرورية التي نستخدمها كل يوم ، نصنع السيارات ، والسفن ، والقطارات ، والآلات ، والمواقد ، والأفران ، والبرادات (الثلاجات) ولا يمر

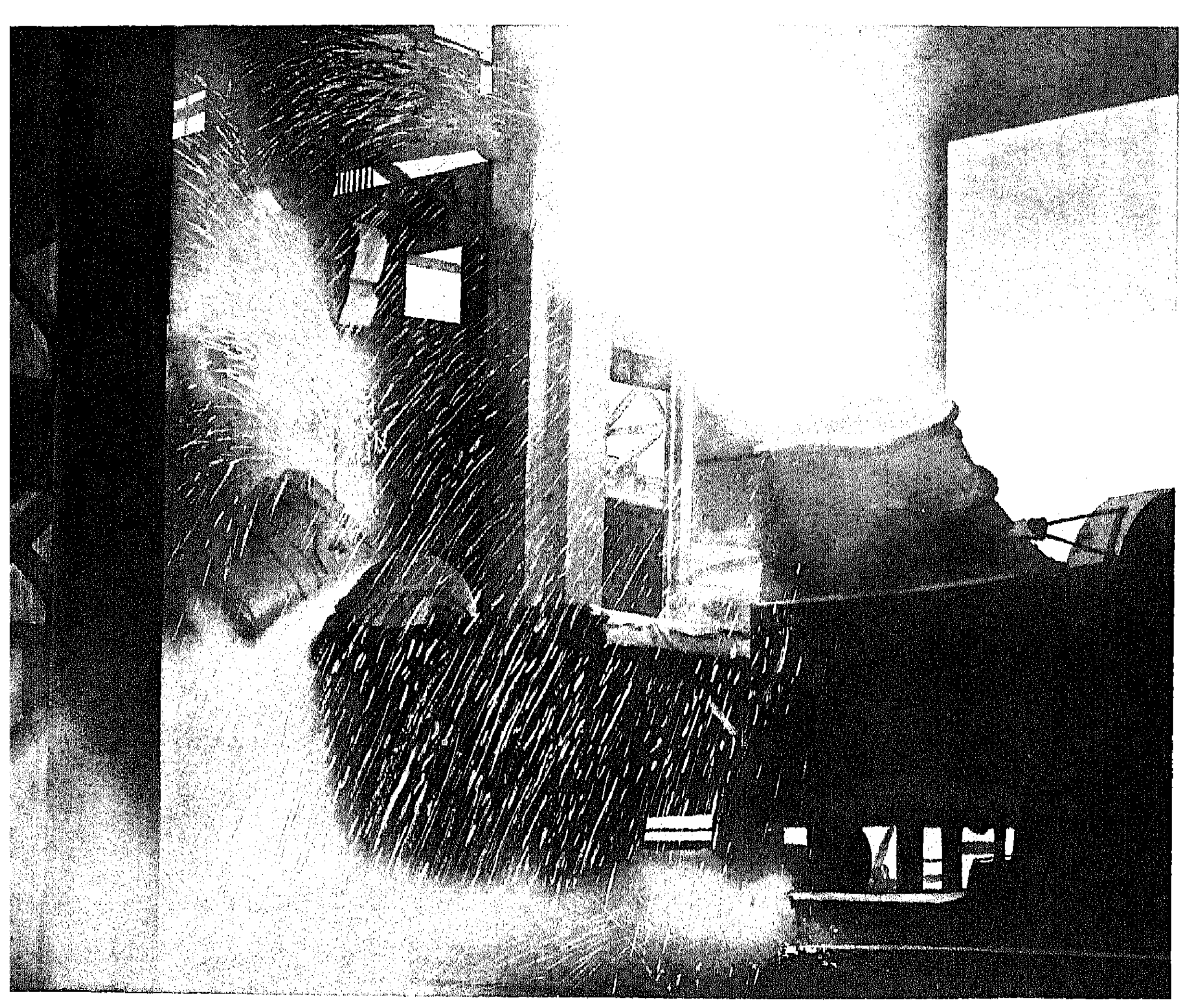
يوم على الإطلاق دون أن نعتمد فيه على شيء صنع من الحديد أو الصلب .

ومع أن الحديد واحد من أكثر المعادن وفرة في القشرة الأرضية ، ومع أن نواة الأرض يكاد يكون معظمها من الحديد النقي ، فإن الحديد في الواقع لا يوجد أبداً نقياً على سطح الأرض بحيث يمكن أن يحصل عليه الإنسان ، بل يوجد مختلطاً بغيره من المعادن في شكل **خام** ويوجد الخام نفسه مطموراً في صخور قشرة الأرض ، واستخراجه منها عملية طويلة شاقة .

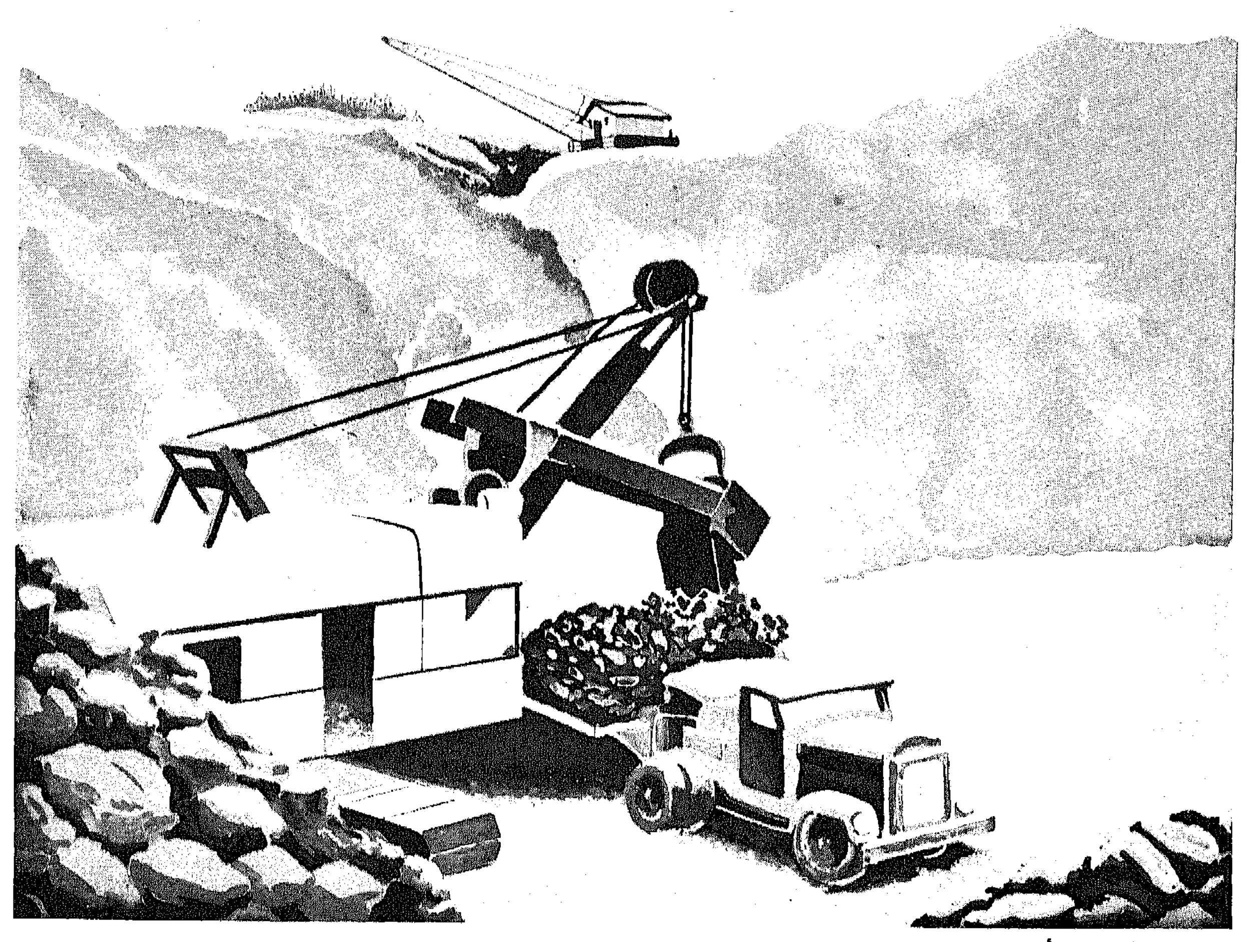
وتوجد أهم تكوينات الحديد في الولايات المتحدة الأمريكية في المنطقة حول بحيرة سوبيرير ، وفيها يوجد الخام قريباً من السطح حتى أنه ليكشط بالجرافات من مناجم مكشوفة ، ثم ينقل الخام بسفن الشحن في البحيرات العظمى إلى مصانع الحديد في أوهايو وبنسلفانيا حيث يحول إلى صلب .

ما أهمية المعادن الأخرى للإنسان ؟

والنحاس هو ثاني المعادن أهمية بعد الحديد ، فهو ضروري لصناعة المعدات الكهربائية ، كما أن له منافع أخرى عديدة ، وبخلطه مع الزنك نحصل على النحاس الأصفر ، وعندما يضاف إليه القصدير نحصل على البرونز .



صورة توضح محول بسمر في فرن لصهر الحديد .



منجم لاستخلاص الألمنيوم من البوكسيت

والألومنيوم أكثر شيوعاً في القشرة الأرضية من الحديد ، ولكنه حبيس في صخور معينة ، وليس هناك من طريقة عملية للحصول عليه ، غير أنه تحت ظروف خاصة نحتت هذه الصخور وتهشمت لتكون معدناً شبيهاً بالصلصال يعرف باسم **البوكسيت** ومن هذا البوكسيت نستخلص كل الألومنيوم الذي تستخدمه الصناعة .

والألومنيوم معدن خفيف الوزن ، قوي للغاية ، وهو يستخدم عندما تكون الخفة ضرورية كالصلابة ، كما هي الحال في صناعة السيارات ، والمحركات ، وأثاث المنازل ، وأدوات المطبخ ، والأجهزة العلمية ، وبعض أنواع خاصة من الآلات .

وهناك أنواع عدة من المعادن تلعب دوراً مهماً في حياتنا اليومية ومنها **القصدير** الذي يستخدم بصفة خاصة في كسوة صفائح رقيقة من الصلب لنحصل على **الصفيح** الذي نعلب فيه الأطعمة فلا تفسد .

ويخلط **الكروم** مع الصلب فنحصل على « سبيكة الفولاذ الذي لا يصدأ » ونستخدمه في صناعة أدوات المائدة وغيرها من الأدوات التي تتطلب الصلابة بالإضافة إلى مقاومة الصدأ .

والذهب الذي نعده « أثمن المعادن » يستخدم في سك العملات وصناعة الحلى ، ولكن نفعه قليل في الصناعة .

وتستخدم **الفضة** كذلك في صناعة الحلى

وأدوات المائدة الرفيعة وهي أحسن المعادن المعروفة توصيلاً للكهرباء ، ومن ثم تستخدم في صناعة أدق الأجهزة الكهربائية .

واليورانيوم « معجزة العصر الحديث » هو المصدر الرئيسي للطاقة النووية ويوجد في كثير من الصخور مثل اليورانيت ، والكارنوتيت ، والدافيديت ، والجمايت .

منذ أقدم العصور والناس في كل أرجاء الأرض يعدون الأحجار المعدنية النادرة والجميلة أثمن ما يقتنون ، وأنفس هذه الأحجار الماس ، والزمرد ، والسفير ، والياقوت الأحمر .

ما هي المعادن « النفيسة » ؟

والماس هو أكثر الأحجار صلابة ، فهو يستطيع أن يقطع أي مادة أخرى معروفة ، ولا يقطع الماسة إلا ماسة مثلها . ويستخرج معظم الماس من إفريقية ولكنه يوجد في كل جهات العالم . فهناك مناجم للماس في الهند وأمريكا الجنوبية والولايات المتحدة الأمريكية . وماسة كولينان هي أكبر ماسة عثر عليها حتى الآن . وقد عثر عليها فلاح في جنوب إفريقية ، حدث أن وقع بصره على حجر وضاء ناتئ من الأرض ، وكانت الماسة في حجم قبضة اليد ، وقد صقلت لتصبح جزءاً من مجوهرات التاج البريطاني

والزمرد إذا كان كبير الحجم خالياً من الخدوش ، أثمن من الماس ، ويأتي معظمه من اكوادور وكولمبيا من جمهوريات أمريكا الجنوبية ، والزمرد الأصيل أخضر ، غامق الخضرة .

وتستخرج أجود أنواع **الياقوت** من بورما ، وأنفسه ذلك النوع الأحمر المتوقد كالجمر الذي يعرف « بدم الحمام » إذ جرت العادة منذ أقدم العصور على قياس نقاء الياقوت بمقارنته بدم الحمامة التي ذبحت لتوها .

أما **السفير** فتتعدد ألوانه وتتفاوت ، ولكن أجوده هو النوع الأزرق الغامق الذي يتوهّج بضوء داخلي يأخذ شكل النجمة ، ويعرف هذا النوع باسم « السفير النجمي »

بالإضافة إلى الجواهر النفيسة فعلاً يوجد كثير من الأحجار « الكريمة »

ما هي الأحجار الكريمة العادية ؟ الجميلة التي ربما عثر عليها المرء غير بعيد من منزله ، ومن هذه الأحجار ..

الزبرجد وهو حجر جميل أخضر مزرقٌ يوجد عادة مطموراً في الصخور البارزة في البحر .

والجمشت وهو حجر رقيق أرجواني اللون يوجد في معظم الولايات المتحدة الأمريكية في تجمعات من البلورات الصغيرة في العادة .

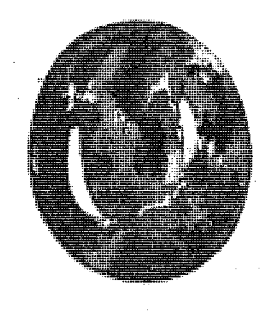
والعقيق وهو نوع من الكوارتز فيه طبقات دائرية من ألوان متعددة ، تقع الواحدة منها داخل الأخرى ، وعندما يقطع ويصقل يصبح حلية رائعة الجمال .

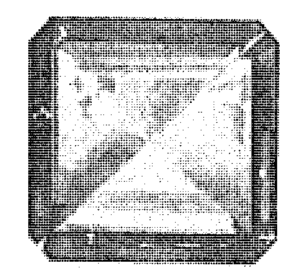
والكوارتز الشفاف وقد يسعد الإنسان الحظ فيعثر على بلورة كوارتز مجوفة من الداخل ، وفي التجويف قطرة أو قطرتان من الماء ، وقد أصبح هذا الماء حبيساً في البلورة بشكل ما في الوقت الذي تكونت فيه ، ولما كان من المستحيل أن يتبخر بعد حبسه فقد بقي في داخل البلورة إلى الأبد .

والعقيق الأبيض وهو حصى مستدير أملس شبه شفاف ، كثيراً ما يعثر عليه على شواطئ البحار ، وضفاف الانهار ..

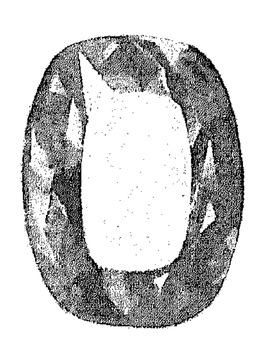
والعميق البجادي وهو حجر يوجد بوفرة

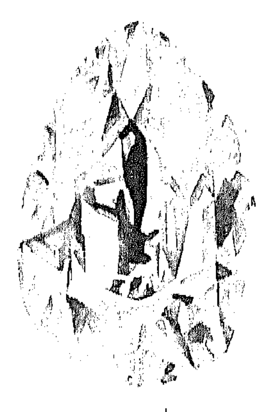
الأحجار الكريمة

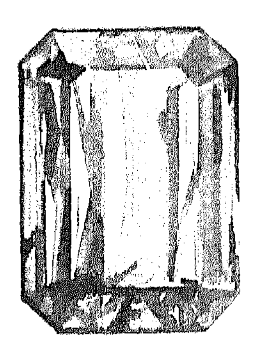

أوبال

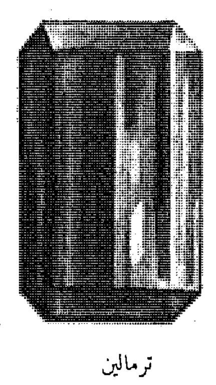

زمرد

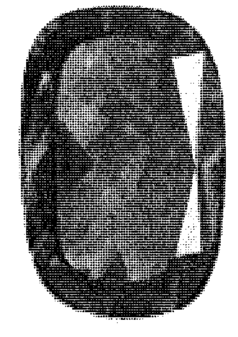
صفير النجمي

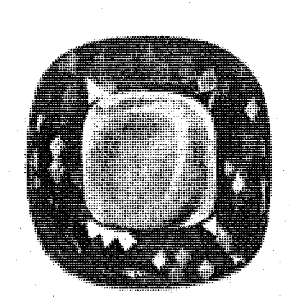

اليكسندريت

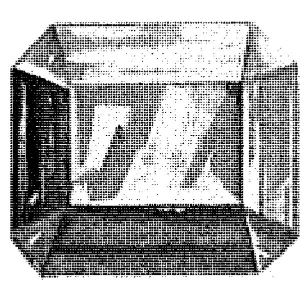

ماس

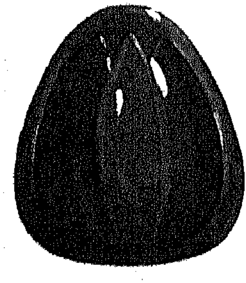

زبرجد


ترمالين


ياقوت


الزبرجد


توباز


يشب

عقيق أحمر

عقيق موش (المزدان بعلامات سوداء)

ستيتيت (الحجر الصابوني)

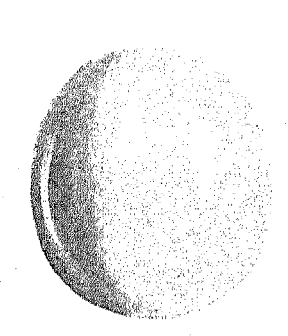
لازورد

لؤلؤ

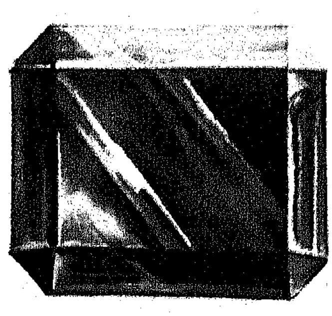
جمشت

بريل

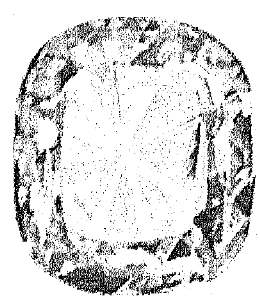
ملكيت



فيروز



عقيق يماني



حجر كريسوبريل

في كل الولايات المتحدة الأمريكية ، ومعظمه بني اللون تقريباً ، ولكن أجوده ما يكون أحمر صافي الحمرة ، أو أخضر زمردياً .

وحجر الشمس وهو نوع من الكوارتز الشفاف ، طمرت فيه شذور دقيقة من الميكا تجعل هذا الحجر غير العادي وكأنما يطلق شرراً من أعماقه .

غرف تحت الأرض

تتغذى كل أنواع الأحياء على الأرض من تلك القشرة الرقيقة من التربة التي تكسو سطح الأرض ، وبدون هذه التربة لا يستطيع عشب أو حب أو بقلٌ أن ينمو ليكون منه طعام للإنسان والحيوان .

مما تتكون التربة ؟

والتربة خليط من الصخور المفتتة والمواد العضوية المتحللة وتضرب الشمس الحامية الصخر العادي فيتمدد ويتشقق ، ويؤدي ثلج الشتاء وجليده إلى تقلص الصخر وتمزقه ، ويكتسح المطر الفتات الدقيق الذي انفصل عن الصخر ويلقي به في منخفضات سطح الأرض ، وفي هذه المنخفضات تختلط حبيبات الصخر بالأوراق التي سقطت من الأشجار . وبالنباتات المتحللة ، ويكوّن الجميع بساط التربة الذي يغطي الأرض .

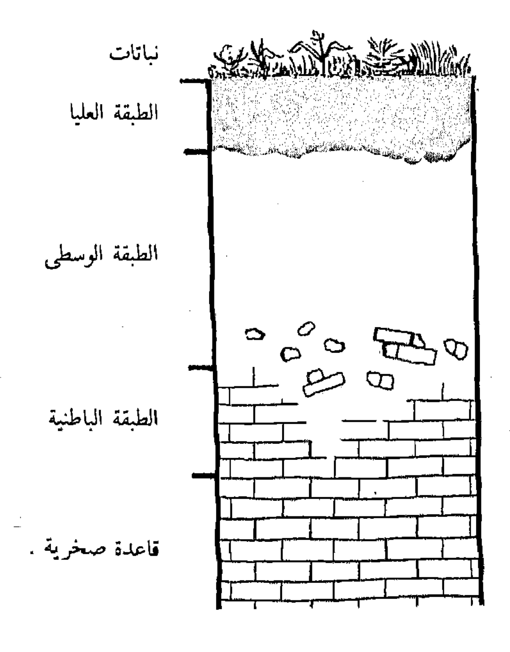
ويمكنك أن تتثبت من ذلك بأن تلقي بملء ملعقة من تراب حديقتك في كوب من الماء . قلب الماء ثم اتركه يستقر ، وستجد أن بعض الجزئيات يطفو على السطح بينما يستقر معظمها في القاع ، ولو أنك فحصت الجزئيات الطافية فستجد أنها أجزاء دقيقة من ورق الشجر والجذور وغيرها من المواد النباتية . أما الأجزاء التي رسبت في القاع فهي من الرمل والحصى وغيره من المواد التي تفسخت من الصخر الهشيم .

وخلال معظم حياة الأرض لم تكن عليها تربة ، ولم يكن بسطحها سوى الصخر العاري ، ثم بدأت نباتات دقيقة أصلها من البحر وتعرف باسم « الأشنة » أو حشيشة البحر تنمو على الصخور عند حافة المحيطات ونفذت جذورها الضئيلة في سطح الصخر مما أدى إلى تفتته ، وعندما ماتت هذه النباتات وتحللت اختلطت بالغبار الصخري وتحولت بالتدريج إلى تربة .

وتزايد نمو النبات وتحول بدوره ليصبح جزءاً من التربة ، وبهذه الطريقة بدأ بساط التربة يزحف من ساحل البحر إلى داخل اليابس حتى كسا معظم اليابس

وتنقسم التربة إلى ثلاث طبقات :

« الطبقة الباطنية » وهي قاعدة صخرية صلبة ، تتفسخ أعاليها بالتدريج وتتحلل وتتفتت .





منظر لكهف من الداخل حيث تتدلى **الاستلاكتيت** من السقف وتنمو الصواعد **الاستلاجميت** من الأرض .

و« الطبقة الوسطى » وهي شديدة التماسك وتحوي هشيماً من الحصى مختلطاً بالصلصال والتراب الثقيل ، وتتسرب إليها المعادن من السطح ، وينز إليها الماء الغائر من تحتها ، ولا تخترق هذه الطبقة الوسطى سوى جذور الأشجار والنباتات الكبيرة .

أما « الطبقة العليا » فهي الجزء من التربة الذي يزرع فيه النبات ، وهو هش مفتت ، وقد يكون كله أحياناً من مواد نباتية متحللة ، ولا يزيد سمك هذه الطبقة على بضع بوصات .

ومع هذا فعلى هذه الطبقة العليا الرقيقة من التربة تعتمد حياة عدد لا يحصى من النبات والحيوان .

كيف تكونت المغارات ؟

المغارة هي أقرب شيء في الطبيعة إلى أرض الجن ، ففيها تتدلى من السقف أعمدة خيالية ذات أشكال وأحجام تعد بالملايين ، وترتفع من أرضيتها أبراج حجرية دقيقة الأطراف ، وأزهار من الحجر ذات تعريجات ملونة تنمو بين شقوق الصخور .

وتوجد المغارات عادة في تلك الأجزاء من العالم التي تكون صخورها التحتية من الحجر الجيري ، وعند مرور المياه فيها تذيب ذرات الحجر الدقيقة وتحمل معها المادة المذابة ، وتستمر هذه العملية المتواصلة من التعرية المائية للصخر دون توقف لعدد لا يحصى من آلاف السنين ، ويكبر المجرى الذي حفره الماء لنفسه حتى تصبح الصخور التحتيّة في النهاية وقد امتلأت بالمجاري التي تتعرج وتنعطف خلال طبقات الصخور ، وتتسع أحياناً وتتصل حتى تكون تجاويف واسعة تحت سطح الأرض .

ما هي الاستلاكتيت والاستلاجميت ؟

عندما يتسرب الماء في الأرض ، فإنه يتفاعل مع طبقات الحجر الجيري ليكون معدناً يعرف باسم **بيكربونات الكالسيوم** وعندما يترشح هذا الماء من سقف المغارة فإنه يسقط قطرة قطرة ، وتتعلق كل قطرة بسقف المغارة برهة قبل أن تسقط على أرضيتها ، ولكن يحدث

خلال هذه البرهة أن يتبخر قدر ضئيل من الماء مخلفاً كمية طفيفة من بيكربونات الكالسيوم .

وبعد مرور قرون طويلة تتراكم هذه الرسابات الطفيفة وتكون في نهاية الأمر « عموداً » من الحجر ، يتدلّى من السقف وهذه هي **الاستلاكتيت** أو **الهوابط** .

وعندما تسقط كل قطرة من الماء على أرض المغارة تحت الهوابط تنداح مخلفة قليلاً من رسابة بيكربونات الكالسيوم ، وتنمو هذه الرسابات صاعدة من الأرض وتشكل برجاً حجرياً ناتئاً يسمى **الاستلاجميت** أو **الصواعد** .

ومع مضي الوقت الطويل قد تلتحم الهوابط النازلة من السقف بالصواعد الناتئة من أرض المغارة فتكون **عموداً** ، وقد يتصل أحياناً عدد من الأعمدة معاً فيكون حائطاً يقسم المغارة إلى غرف .

وثمة نوع آخر من « نمو » المعادن في المغارات يتمثل في تلك التجمعات الرقيقة الجميلة التي تعرف باسم **الهيليكتيت** ، وهي تتكون بنفس الطريقة التي تتكون بها الهوابط أي يتبخر الماء ، ولكن ليس من يعرف كيف اكتسبت تلك الصور العجيبة التي تبدو فيها .

ما هي كهوف الرياح ؟

وأكثر أنماط المغارات شيوعاً هي تلك التي نشأت من عمل الرياح في سفوح التلال أو الحافات الصخرية ، وتنشأ هذه الكهوف عندما تكون هناك طبقة من الصخر الهش كالطفال محصورة بين طبقتين من الصخور الصلبة ، وتدوم الرياح على سفح التل فتقتلع جزئيات صغيرة من الطفال ، ولا تنفك تتعمق في داخل التل بحفرها .

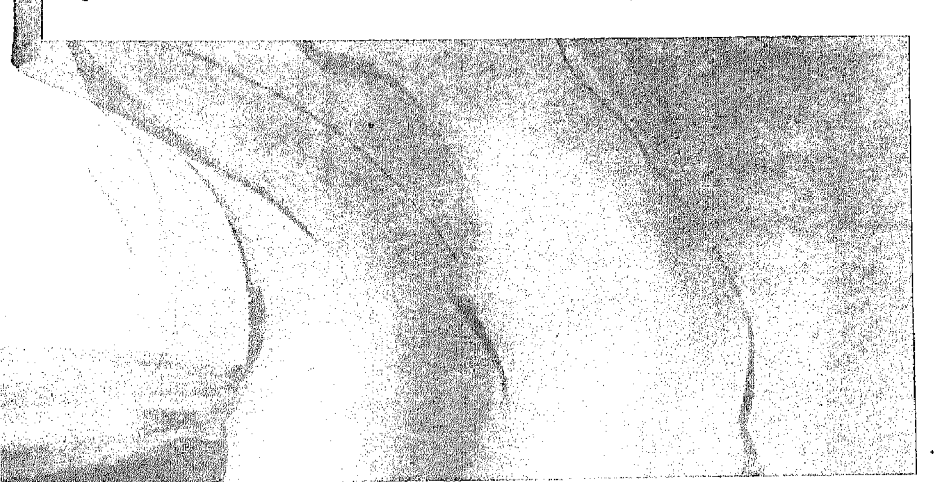
وهذه هي الكهوف التي استخدمها القدماء مساكن لهم ، واتخذت منها الحيوانات مخابئ .

وكثيراً ما تحفر المياه المنحدرة من الشلال كهفاً عند قاعدته ، وتبقى الصخور من فوقه معلقة ، وأشهر مثل لهذا النوع من الكهوف ما يعرف باسم « كهف الرياح » تحت شلالات نياجرا . ويؤخذ الزوار إلى حيث يمكنهم أن يقفوا ومن ورائهم حائط من الماء الهادر الذي ينحدر من النهر الجاري من فوقهم .

ومن أروع الكهوف تلك التي حفرها الجليد في الجبال الأوروبية ،

ما هي كهوف الجليد ؟

فمن زمن سحيق عندما كان مناخ الأرض أدفأ كثيراً مما هو عليه الآن ، شقت الأنهار الباطنية طريقها في أنفاق حفرتها في صخور الجبال الصلبة ، ثم جاء العصر الجليدي الطويل الذي عرفه نصف الكرة الشمالي وتجمدت مياه هذه الأنهار السفلية في مجاريها وبقيت هذه المجاري حتى الوقت الحاضر



منظر داخلي لكهف جليدي .

ككهوف جليدية .

وفي بعض الجهات وعلى أعماق بعيدة من سطح الجبل ، تجري هذه الأنهار إلى بحيرات متجمدة ملساء السطح وكأنها حلقة للتزلج ، وفي بعض الأحيان تنحدر هذه الأنهار فجأة من فوق هاوية فتكون شلالاً من الجليد الصلب يبلغ في ارتفاعه نحو نصف ارتفاع شلالات نياجرا .

وفي الأجزاء الخاوية من هذه الكهوف الجليدية ترتفع أعمدة الثلج من أرض الكهف فتكون مثل الاستلاجميت الشفافة وقد نشأت هذه الأعمدة من تساقط قطرات الماء من جليد سقف الكهف في بطء ثم تجمدها مرة أخرى ، وبين الحين والحين تختلط هذه الأعمدة معاً فتكون ستارة رقيقة من الجليد ذات نقوش بديعة .

وكثيراً ما تتدلى من سقوف الكهوف استلاكتيت ثلجية وتكون من التبلُّر والشفافية بحيث تكون عدسة مكبرة ضخمة ، وقد يحدث أحياناً أن تحصر فقاعات من الهواء في الاستلاكتيت وهي تتجمد فيعطيها هذا الوضع شكل جوهرة ضخمة وضاءة .

ما هي كهوف المياه الغائرة ؟

لمَّا كانت كهوف الحجر الجيري قد نشأت بفعل المياه الغائرة ، فليس من الغريب أن يمتلئ كثير من هذه الكهوف بالماء . ومن أغرب هذه الكهوف التي يملأها الماء الغائر كهف واكولا في ولاية فلوريدا .

ونبع واكولا الذي يمد بالمياه نهر واكولا هو بحيرة تغذيها المياه الغائرة ولا شيء سواها ،



وكان مصدر مياه هذه البحيرة السفلية محل دهشة العلماء لسنوات طويلة ، حتى قام فريق من الجيولوجيين مجهز بأدوات الغطس وغيرها من الأجهزة بارتياد البحيرة ، فوجدوا أن الكهف تحت سطح النبع مباشرة ينحدر بشدة إلى عمق مائتي قدم تقريباً ، فإذا ما وصل إلى هذا العمق استوى سطحه . ويختلف اتساع الكهف فيتراوح بين ٧٠ قدماً و ١٥٠ قدماً ، أما ارتفاعه من القاع إلى السقف فكان خمسة أقدام في بعض المواضع وأكثر من مائة قدم في مواضع أخرى . والقاع من الرمل وفيه بعض أشرطة من الصلصال أو فتات الحجر الجيري .

وقد توغل الغواصون في ارتيادهم للكهف إلى مسافة ١١٠٠ قدم من مدخله حيث وصلوا إلى مكان ينحدر فيه القاع انحداراً فجائياً إلى قطاع آخر من الكهف أكثر عمقاً وأعظم اتساعاً ، ولم يعد في استطاعتهم أن يتجاوزوا هذه النقطة في ارتيادهم للكهف بسبب نقص الهواء .

ويظن أن كهف واكولا يمتد لعدة أميال حتى يبلغ المصدر الذي منه مياهه .

نشأة الإنسان

كيف كان إنسان الكهوف ؟

من الطبيعي أن يكون الإنسان الأول قد سكن الكهوف ، فلم تكن لديه الأدوات ولا المهارة لكي يبني مسكناً . وكانت الكهوف في سفوح التلال قد هيأت له ملجأ جاهزاً يحتمي فيه من البرد والثلج والمطر والحيوانات المفترسة .

ويقدرون أن الإنسان كان يسكن الأرض منذ أكثر من نصف مليون سنة وقد مكنت الحفائر التي تمت حديثاً في الكهوف من تتبع تاريخ الإنسان لمائة ألف سنة سبقت الميلاد .

ولم يكن الإنسان منذ مائة ألف سنة على هيئته التي هو عليها الآن ؛ كانت قامته أقصر وأقل اعتدالاً وكانت أطرافه أطول وأغلظ ، وكان معظم جسمه يغطيه شعر كثيف ولم تزد أدواته عن بلط وسكاكين يصنعها من الصوان (الظران) . وكان قد بدأ يتعلم كيف يستخدم النار لتدفئة الكهف الذي اتخذ منه سكناً ، وكان قد بدأ أيضاً يعرف كيف يتكلم .

كيف وقفنا على أحوال سكان الكهوف ؟

منذ سنوات قليلة عثر فريق من العلماء الأمريكيين في جبال العراق على كهف تَمَثَّل فيه تاريخ متصل لتطور الإنسان منذ العصر الحجري حتى الوقت الحاضر وهذا هو كهف شانيدار .

وتسكن شانيدار اليوم قبيلة من الفلاحين الأكراد ، ولكن الشيء المذهل في هذا الكهف أنه ظل مسكوناً بالناس منذ نحو مائة ألف سنة !

ومن حسن حظ العلماء أن سكان الكهف منذ أقدم العصور لم يكونوا ممن يحرصون على ترتيب مساكنهم ، وبدلاً من أن يتخلصوا من الفضلات والنفايات كانوا يكتفون بطمرها تحت طبقات متعاقبة من التراب والأقذار ، ومن ثم أصبح



عاش الإنسان الأول في كهوف دافئة وآمنة .

في مقدور العلماء بالحفر حتى أرضية الكهف أن يرسموا قطاعاً للتاريخ البشري بنفس الشكل الذي تعطى به الأحافير في طبقات الصخور الرسوبية تاريخاً مصوراً للأرض ذاتها .

كان هناك أربع طبقات رئيسية من الأتربة والأقذار التي تراكمت في أرضية الكهف ، وكان كل منها يمثل فترة محددة في تاريخ تطور الإنسان .

أما الطبقة العليا فيمتد تاريخها من الوقت الحاضر إلى نحو سبعة آلاف سنة مضت ، وفي هذه الطبقة عثر على قطع من الفخار ، وعلى أحجار لطحن الحبوب ، وعظام حيوانات مستأنسة ، وهي كلها أدلة على أن الإنسان كان قد بدأ يتعلم كيف يزرع الغلات ويرعى الحيوانات

وتحت هذه الطبقة طبقة أخرى يظن أنها ترجع إلى نحو اثني عشر ألف سنة ، ولم يعثر فيها على أي دليل يوحي بأن سكان ذلك الزمن البعيد كانوا يعرفون أي شيء عن الزراعة أو تربية الحيوانات .

وترجع الطبقة الثالثة إلى نحو أربعين ألف سنة قبل الميلاد ومع ذلك فإن الثلاثين ألف سنة التي تفصل بين العصر الذي تراكمت فيه والعصر الذي تكونت فيه الطبقة التي تعلوها ، تخلو من أي دليل على أن الإنسان قد أحرز أي تقدم في أسلوب معيشته .

وأخيراً نصل إلى الطبقة الرابعة ، أبعد طبقات الرديم على أرضية كهف شانيدار ، وترجع

هذه الطبقة بتاريخ الجنس البشري إلى عصوره الأولى أي إلى نحو مائة ألف من السنين .

وبتجميع هذه الأدلة يصبح في استطاعتنا أن نرسم صورة لحياة الإنسان البدائي في فجر التاريخ البشري .

من الذي صنع الرسوم في الكهوف ؟

في ذات يوم ، منذ مائة عام تقريباً ، كانت فتاة صغيرة وأبوها يرتادان كهفاً في اسبانيا ، وبينما كان الأب يفحص المطارق ورؤوس الحراب المصنوعة من الصوان ، والتي عثر عليها على أرضية الكهف كانت الطفلة تتجول في تجويف آخر من الكهف وهي تحمل شمعة تنير لها الطريق .

وفجأة تطلعت الفتاة إلى سقف الكهف وصاحت :

« ثيران ... ! ثيران ... يا أبتاه ! تعال بسرعة .. ! »

وهرع الوالد إلى حيث ابنته فوقع بصره على منظر مذهل .

لقد كان على سقف الكهف وحيطانه صور لحيوانات

فمن رسم هذه الصور ؟ ولماذا رسمها ذلك الفنان البدائي في الكهف ؟ وكيف حصل على الضوء الذي أنار له ظلام الكهف ؟

أسئلة لا يعرف أحد أجوبتها حتى الآن ، وكل ما نعرفه على وجه التأكيد أن هذه الرسوم هي من صنع عبقري مجهول عاش في العصر الحجري أي منذ خمس وعشرين ألفاً من السنين .



صورة ثور رسمها فنان مجهول على حائط كهف في أسبانيا منذ آلاف السنين .

مطابع الشروق
القاهرة : ٨ شارع سيبويه المصرى ـ ت: ٤٠٢٣٣٩٩ ـ فاكس: ٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)
بيروت : ص.ب: ٨٠٦٤ ـ هاتف : ٣١٥٨٥٩ ـ ٨١٧٢١٣ ـ فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)



سلسلة كيف ولماذا

© دار الشروق

القاهرة : ٨ شارع سيبوية المصري ـ رابعة العدوية ـ مدينة نصر
ص.ب : ٣٣ البانوراما ـ تليفون : ٤٠٢٣٣٩٩ ـ فاكس : ٤٠٣٧٥٦٧ (٠٢)
بيروت : ص.ب : ٨٠٦٤ هاتف : ٣١٥٨٥٩ ـ ٨١٧٢١٣ ـ فاكس : ٨١٧٧٦٥ (٠١)